techn. 1400 - 19/22

Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876.

Herausgegeben von der

OESTERREICHISCHEN COMMISSION

für die

Weltausstellung in Philadelphia 1876.

XXII. Heft.

Ueber

BRÜCKENBAUTEN

in den

Vereinigten Staaten von Nord-Amerika

mit einem Anhange über eiserne

DACHSTUHL-CONSTRUCTIONEN.

Von

Friedrich Steiner,

dipl. Ingenieur, Supplent der Lehrkanzel für Eisenbahn- und constructiven Brückenbau an der k. k. techn. Hochschule in Wien, Mitglied des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins.

Mit 97 Illustrationen und 13 Tafeln.

WIEN.

COMMISSIONS-VERLAG VON FAESY & FRICK

k. k. Hofbuchhandlung.

1878.

Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876.

Herausgegeben von der

OESTERREICHISCHEN COMMISSION

für die

Weltausstellung in Philadelphia 1876.

XXII. Heft.

Ueber

BRÜCKENBAUTEN

in den

Vereinigten Staaten von Nord-Amerika

mit einem Anhange über eiserne

DACHSTUHL-CONSTRUCTIONEN.

Von

Friedrich Steiner,

dipl. Ingenieur, Supplent der Lehrkanzel für Eisenbahn- und constructiven Brückenbau an der k. k. techn. Hochschule in Wien, Mitglied des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins.

Mit 97 Illustrationen und 13 Tafeln.

WIEN.

COMMISSIONS-VERLAG VON FAESY & FRICK

k. k. Hofbuchhandlung.

1878.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorwort.

Zunächst als officieller Berichterstatter für technischen Unterricht ernannt, wurde mir, erst nach meiner Rückkehr, im Laufe des Jahres 1877, die ehrenvolle Aufgabe zu Theil, die Brückenbauten der Vereinigten Staaten, über welche ich specielle Studien gemacht, in einem eigenen Berichte zu besprechen.

Obwohl andere Länder, so namentlich Frankreich, Spanien, die Niederlande und auch Oesterreich schöne Objecte zur Ausstellung in Philadelphia gebracht hatten, konnte eine Beschreibung derselben doch unterbleiben, da die meisten von ihnen schon von früheren Ausstellungen her bekannt, in zahlreichen in- und ausländischen Fachschriften, namentlich aber in der schönen Arbeit F. Rziha's: „Eisenbahn-Ober- und Unterbau" (erschienen 1877), bereits Besprechung gefunden hatten. Hingegen sind die Berichte über Brückenbauten in den Vereinigten Staaten von dem Fortschritte, welcher sich daselbst im Laufe der letzten Jahre vollzogen hat, längst überholt. Eine Ausnahme hiervon bildet die treffliche Arbeit Gleim's in der „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines" von Hannover 1876, deren Ausführungen ich nach allen Richtungen hin bestätigt fand und auch in diesem Berichte mehrfach benützte. Der Umstand, dass beide Abhandlungen theilweise aus denselben Quellen, den Albums der Brückenbau-Anstalten, schöpfen, erklärt weitere Uebereinstimmungen.

Blieb hiemit die Aufgabe lediglich auf die Vereinigten Staaten beschränkt, so konnte eine Besprechung der Ausstellungs-Objecte allein nicht mehr genügen, da diese, wie ich mich bald überzeugte, kein vollständiges Bild der allgemeinen Verhältnisse geboten hätte. Die Schwerpunkte des Fortschrittes auf diesem Gebiete liegen

eben in den grossen Brückenbau-Etablissements, deren Besuch und Studium ich daher auch mehr als die Hälfte der Zeit meines Aufenthaltes in Amerika zuwandte. Leider konnte ich bei dem kurzen, mir zu Gebote gestandenen Termin nicht alle derselben besichtigen. Das Ausstellungsgebiet verlassend, entfiel aber auch die Beschränkung des Zeitstandpunktes; ich habe daher manches, was zwischen dem Schlusse der Exposition und der Gegenwart liegt, in den Bericht aufgenommen und that dies, um Ersatz zu bieten, namentlich deshalb gerne, als Berufsgeschäfte und Umstände aller Art ein früheres Erscheinen der Arbeit verzögert haben.

Hingegen beschränkte ich mich bei Beschreibung der eisernen Gitterbrücken ausschliesslich auf die Darlegung der beweglichen Knotenverbindungen, da die drüben, namentlich im Osten, vielfach vorkommenden Träger mit fest genieteten Stäben von den bei uns gebräuchlichen keinerlei Abweichung zeigen. Was ich von dem Werthe der erstgenannten Anordnung halte, findet in den Seiten 98 bis 113, auf die ich den Leser insbesondere aufmerksam zu machen mir erlaube, ausführliche Darlegung.

Die Figuren sind in der Mehrzahl zum Theile direct nach den Albums der Brückenbau-Anstalten, zum Theile nach Handskizzen, im Interesse der Oekonomie, als Zinkographien angefertigt, was die Differenzen in ihrer Ausführung und Art der Behandlung erklärt.

Um die Kosten zu reduciren, habe ich es vermieden, weitere vollständige Pläne ausgeführter Brücken zu bringen, was bei der drüben üblichen typischen Detaildurchbildung, welche ausführliche Besprechung findet, zulässig erschien. Hingegen habe ich durch Beigabe einiger Ansichten hervorragender Objecte ein Bild der äusseren Ausstattung dieser Bauten zu geben versucht.

In hohem Grade bin ich vor Allem der „Society of Civil Engineers", der „American Bridge Co.", sowie den Herren Ch. Bender, F. de Funiak, E. Hemberle, Th. Scott, Slataper, J. Wilson und vielen anderen Fachgenossen, welche mich in der liebenswürdigsten Weise bei meinen Studien unterstützten, verpflichtet. Für ihre freundliche Mithilfe bei Zusammenstellung des Stoffes drängt es mich, Herrn Ingenieur Melan, sowie insbesondere Herrn Assistenten Haberkalt meinen Dank auszusprechen.

Wien, im Januar 1878.

F. Steiner.

Inhalts-Verzeichniss.

Vorwort III
Einleitung 1

Brückenbauten.

Allgemeines 5
Berechnungsdaten 15
Steinbrücken 33
Holzbrücken und combinirte Systeme:
Holzbrücken 41
Combinirte Systeme 49
Trestle works 56
Das Holz 60
Eiserne Brücken:
A. Das Material und die aus ihm gebildeten Constructions-Elemente 65
Das Gusseisen 66
Das Schmiedeisen 68
Der Stahl 71
Druckstäbe und Säulen 73
Zugstäbe 82
Bolzen 89
B. Die Anordnung der Knotenverbindungen und ihre Werthschätzung 89
C. Brücken kleinerer Spannweiten 113
D. Parallel-Träger mit einfachem Fachwerk 116
E. Mehrfaches und untertheiltes Fachwerk 121

F. Parallel-Träger mit Netzwerk 134
G. Bowstrings 136
H. Viaducte und Trestle works 137
A. Eiserne Trestle works 138
B. Viaducte mit Einzelpfeilern 145
J. Bogenbrücken 152
K. Hängewerke 159
L. Seil- und Kettenbrücken 161
A. Seilbrücken 161
B. Kettenbrücken 168
M. Bewegliche Brücken 171
N. Das Gewicht der Brücken 198
Notizen über grössere Brückenbau-Anstalten 199
Die Pfeiler und ihre Fundirung 207

Anhang.

Gesetzliches und Specificationen 227
Eiserne Dachstühle 249
Namens-Register 259

EINLEITUNG.

BRÜCKENBAUTEN.

ВВДСКВЗВУПЛЕЙ

EINLEITUNG.

Die grossartige Ausdehnung des Flussnetzes, das die Vereinigten Staaten durchzieht — beträgt doch die Länge der bedeutenderen Ströme allein, abgesehen von einer Unzahl Nebenflüsse minderer Kategorie, über 40.000 Kilometer —; der riesige Aufschwung, den das Verkehrswesen in den letzten Jahrzehnten genommen, so dass von der Gesammtlänge der Eisenbahnen, die derzeit den Staat bedecken und eine Länge von über 115.000 Kilometer repräsentiren, fast der dritte Theil allein innerhalb eines Zeitraumes von drei Jahren (1870—1872) entstanden ist; die Anlage von Strassen, welche sich für die immer weiter in die Wildnisse schreitende Cultur als dringende Forderung herausstellte: haben einen der schönsten Zweige praktischer Thätigkeit zu voller Blüthe sich entwickeln lassen — den Brückenbau.

Wer von Europa kommend in den reichbewimpelten, prachtvollen Hafen zu New-York einfährt, dem fallen sofort die mächtigen Thürme auf, welche zu beiden Seiten des East River emporstrebend, hoch über die sie umgebenden Gebäude hinausragen. Es sind die Pfeiler der in Ausführung begriffenen Drahtseilbrücke zwischen der Stadt und Brooklyn, die eine Mittelöffnung von 486·6 Meter, zwei Seitenöffnungen von je 283·3 Meter aufweist und den Strassen-, Pferde- und Eisenbahnbetrieb vermitteln soll. In ihr übersetzt Amerika die längste freie Spannweite der Welt.

Gehen wir den Hudson weiter hinauf, so finden wir in der Nähe New-Yorks bei Poughkeepsie eine Balkenbrücke im Bau, deren fünf Felder jedes 160 Meter Länge aufweist, eine Dimension, die bisher von keiner Brücke dieser Kategorie erreicht wird. Verlassen wir New-York mit der New-York-Long Branch Railroad, so führt uns die Bahn auf eine Drehbrücke von fast 144 Meter Länge, die grösste unter allen Constructionen ihrer Art.

Fern im Westen spannt sich in kühnen Bögen von 158 und 152 Meter Weite die unübertroffene St. Louis-Brücke über die gelben Fluthen des Mississippi.

Auch die grossen Holzbrücken finden wohl kaum ihresgleichen.

Die Summen, welche die Herstellung der seit dem grossen Kriege in den Vereinigten Staaten erbauten Brücken verschlungen, werden auf über 300 Mill. Gulden geschätzt. Zwölfmal innerhalb der Jahre 1868—1874 wurde der Mississippi, achtmal der Missouri überspannt. Philadelphia allein hat während dieser Epoche über 8 Millionen Gulden auf Brückenbauten verausgabt.

Die grossen Breiten der mächtigen Ströme, das stürmische Vorwärtsstreben der jungen Nation, das möglichst rasche Durchführung der Bauten forderte, die Rücksichtnahme auf den ausgedehnten Schifffahrtsverkehr und andere dem Lande eigenthümliche Verhältnisse haben auf dem zu betrachtenden Gebiete eine Reihe von Constructionen geschaffen, welche, von der europäischen Bauweise in manchem abweichend, sich zu interessanten Typen heranbildeten und vollste Anerkennung verdienen.

Es ist unsere aufrichtige Ueberzeugung, dass gerade in Bezug auf den Brückenbau wir Europäer mehr als auf irgend einem anderen von den Amerikanern lernen können, wenn sich auch vieles den dortigen Verhältnissen vollkommen Entsprechende nicht directe bei unseren Constructionen in Anwendung bringen lässt, da äussere Einflüsse sie anderen Bedingungen unterwerfen. Dass auch hier, wie auf manchem anderen Felde praktischer Thätigkeit, dem grossartigen, lichtvollen Schaffen dunkle Schatten gegenübertreten und manches Faule dem forschenden Blicke sich zeigt, lässt sich nicht leugnen und findet in der Natur der Verhältnisse seine Erklärung.

Sind es einerseits die grossartigen Masse und die bedeutenden Summen, welche unser Interesse erregen, so können wir andererseits auch der ausserordentlichen Rapidität, mit welcher derartige Bauten errichtet wurden, nicht unsere Anerkennung versagen. So wurde eine bei 5 Meter Wassertiefe wohlfundirte, auf gemauerten Widerlagern ruhende Eisenbahnbrücke über den Mississippi, 23 Meilen oberhalb St. Louis, bei einer Totallänge von 623 Meter, versehen mit einem drehbaren Felde von 135·3

Meter, innerhalb 150 Betriebstagen nach Ausarbeitung der Pläne für circa 1·4 Millionen Gulden vollständig hergestellt, wobei man bei einem Materialaufwand von 108.000 Cubikmeter Erdbewegung, 1575 Cubikmeter Holz, 34.000 Cubikmeter Mauerwerk und 1000 Tonnen Eisen der Raschheit der Ausführung keinerlei Opfer der Oekonomie, noch solche der Sicherheit zu bringen brauchte. Die „Railroad Gazette" vom 19. Mai 1876 erzählt uns, dass eine zweigeleisige Eisenbahnbrücke von 56 Meter Spannweite, deren Montirung nicht mehr als 22 Stunden erforderte, innerhalb 17 Tagen erbaut wurde. Das letzte Feld der 44·9 Meter langen Medorabrücke beanspruchte für die Aufstellung selbst nur $8^1/_2$ Arbeitsstunden; die 182·9 Meter lange Brücke über den Sace, aus 5 Spannweiten von je 30—40 Meter bestehend, wurde 40 Tage nach der durch Feuer erfolgten Zerstörung der alten Brücke durch eine bei Clarke, Reeves & Co. telegraphisch bestellte definitive, hiefür eigens construirte Eisenbahnbrücke ersetzt. An Stelle des abgebrannten riesigen hölzernen Portage-Viaduct der Erie-Bahn wurde innerhalb 82 Tagen eine Eisenconstruction von 250 Meter Länge und 62 Meter Höhe erbaut.

Wir werden im Verlaufe unseres Berichtes noch mehrfach Gelegenheit haben, auf ähnliche Leistungen zurückzukommen, und erwähnen hier nur, dass derartige schnelle Bauausführungen in den amerikanischen Constructionsprincipien, namentlich in der gelenkförmigen Anordnung der Knotenpunkte, welche eine äusserst rasche Montirung zulassen *), sowie in der Einrichtung ihrer Brückenbauanstalten und in der Art der Projectsvergebung ihre Erklärung finden.

Das Princip, der möglichst ökonomischen Befriedigung des Bedürfnisses manches andere, namentlich aber das ästhetische Element unterzuordnen, erscheint, wie auf den übrigen Gebieten baulicher Thätigkeit, so auch auf dem, von uns eingehender zu behandelnden in vielen Constructionen zum Ausdrucke gebracht.

---

*) Dass aber nicht diesem Umstande allein die Möglichkeit rascher Herstellung zuzuschreiben sein dürfte, könnte die Errichtung einer schiefen, 30·5 Meter langen Balkenbrücke der Boston-Albany-Eisenbahn beweisen, die, nach europäischem Principe mit genieteten Verbindungen erbaut, auch innerhalb der kurzen Zeit von 19 Tagen vom Tage der Zerstörung der alten Brücke an, in welchen Zeitraum 2 Tage für den Materialtransport eingerechnet sind, hergestellt und montirt wurde.

Träger ohne Geländer und Bohlenbeleg, auf roh geformten Steinpfeilern ruhend, in wechselnder unharmonischer Aufeinanderfolge bald ober-, bald unterhalb der Fahrbahn sich erstreckend, vermitteln den Locomotiv-Verkehr über mächtige Ströme.

Andererseits scheint die Grossartigkeit der Anlage nicht immer der reinen Nothwendigkeit, sondern in manchen Fällen direct der Absicht zu entspringen, selbst auf Kosten der Oekonomie Werke zu schaffen, welche, unübertroffen von anderen, durch ihren Bestand dem Ehrgeize der Nation Befriedigung gewähren.

Ueber 6 Mill. Dollars hat bisher der Riesenbau zu New-York verschlungen, mindesten ebenso viele Millionen wird er noch fordern, um in schwindelnder Höhe eine Verkehrsader zu schaffen, deren wirthschaftlicher Werth vielleicht fraglich ist. Doch hievon später.

ALLGEMEINES.

VERGEHEN

SUBMISSION DER BAUTEN.

Die Submission der Bauten erfolgt meist auf Grund eines Programmes, welches die allgemeinen Bedingungen, als: Die Angabe der zu wählenden beweglichen Belastung, die zulässige Inanspruchnahme, die Vorschriften hinsichtlich der Qualität des Baumateriales, der Arbeitsausführung, sowie die für die Vollendung festgesetzte Zeit enthält, ferner die Spannweite, Lage und den speciellen Zweck der zu erbauenden Brücke angibt. Mitunter wird dieses Programm nicht allein auf das Tragwerk selbst beschränkt, sondern bespricht auch gleichzeitig die Herstellung der Pfeiler.

Um zunächst eine allgemeine Uebersicht über die Verhältnisse, unter denen derzeit in den Vereinigten Staaten Brücken erbaut werden, zu bieten und damit vielleicht manches Vorurtheil zu zerstören, welches hinsichtlich derselben noch immer in gewissen europäischen Kreisen herrscht, möge es gestattet sein, das allgemeine Programm der eben im Bau befindlichen Cincinnati Southern Railway im Anhange ausführlich folgen zu lassen*).

Allerdings hat diese in Vielem auf Sachkenntniss und wissenschaftlicher Strenge beruhende Specification, die in Manchem höhere Anforderungen stellt, als dies bei uns der Fall ist, nichts mit jenen Ausschreibungen zu thun, die von unverständigen Citycomitees oft zum Zwecke der Erbauung von Strassenbrücken erlassen werden, und nicht selten Submittenten finden, welche die Stadtväter nur zu leicht zu täuschen wissen und Bauten schaffen, die nicht nur dem Stande der Ingenieure zur Unehre

*) Wir sind in der Uebersetzung von dem unten im Originaltexte angeführten Programme insoweit abgewichen, als wir die im englischen Masse gemachten Angaben directe im Metermasse anführen, um hiedurch den Vergleich mit den bei uns üblichen Daten zu erleichtern.

gereichen, sondern auch eine permanente Gefahr repräsentiren. Doch hievon später.

Zunächst aber noch einige Notizen über die obengenannte Bahn selbst.

Diese derzeit im Baue befindliche 541·2 Kilometer lange, von Cincinnati über Lexington Ky, Danville Ky nach Chattanooga führende Linie wird 87 eiserne Brücken von 3·49 Kilometer Totallänge, worunter die 486 Meter lange Ohio-River-Brücke, 4·74 laufende Kilometer eiserne Viaducte, 37 Holzbrücken von 0·33 Kilometer Totallänge, 24 Strassenbrücken von 0·53 Kilometer Totallänge und 1·05 laufende Kilometer hölzerne Trestle-Works erhalten. Als Chefingenieur fungirte 1876 Th. Lovett.

Als Submittenten selbst treten zweierlei Kategorien von Unternehmern auf, und zwar zunächst die Fabriken selbst, welche meist als Actiengesellschaften organisirt sind und die durch ihre Ingenieure ausgearbeiteten Projecte, im Falle der Annahme, directe und selbstständig durchführen und das Bauwerk in eigener Regie machen. Wir nennen als solche neben vielen andern:

Die Keystone Bridge Co. in Pittsburg.
Die Watson Manufacturing Co. in Paterson.
Die Detroit Bridge Co. in Detroit.
Die Americain Bridge Co. in Chicago.
Die Louisville Bridge & Iron Co. in Louisville.

Eine zweite Kategorie von Unternehmern bilden jene, welche sich nur mit der Ausarbeitung der Pläne befassen und die Ausführung irgend einem Eisenwerke übertragen, mit dem sie meist in fester Geschäftsverbindung stehen. Firmen dieser Art sind:

Clarke Reves & Co. in Philadelphia, welche mit der Phönixville Iron Co. alliirt sind; die Baltimore Bridge Co., welche aus der Privatfirma Smith, Latrobe & Co. hervorgegangen und derzeit in Verbindung mit der Edge Moor Iron Co. steht. Als einzelne im Brückenbau vielfach beschäftigte Civilingenieure nennen wir Ch. Macdonald, welcher derzeit an der Spitze der Delaware Bridge Co. sich befindet; Cl. Herschel, den lebhaften Verfechter der Nietenconstructionen zu Boston; Ch. Bender in New-York u. s. w.

Abweichend von den beiden eben erwähnten Vorgängen ist noch der bei der Pennsylvania Railroad, der bedeutendsten Eisen-

bahnlinie, übliche Modus zu registriren. Die Compagnie, welche ihren Brücken besondere Aufmerksamkeit zuwendet, besitzt einen eigenen Ingenieur, Herrn J. M. Wilson, dem ein Bureau zur Seite steht, und welcher die Aufgabe hat, die von der Gesellschaft neu auszuführenden Hoch- und Brückenbauten zu entwerfen. Auf Grund dieser bis in das kleinste Detail gehenden Projecte und des jedesmal angeschlossenen Kostenveranschlages bieten die einzelnen Firmen. Ausserdem obliegt dem Ingenieur die Prüfung der bestehenden Objecte. Nach Angabe der Compagnie erfolgt alljährlich eine durchgreifende Revision, bei welcher sorgfältig Widerstandsfähigkeit und Beschaffenheit der Constructionen beurtheilt und nöthige Reparaturen und Neuherstellungen bestimmt werden. Ausserdem finden wöchentliche und tägliche Inspectionen statt. Neben den zahlreichen Entwürfen für die Ausstellung, an denen Wilson thätig war, erwähnen wir speciell unter den von ihm in letzterer Zeit geleiteten Bauten die Hängebrücke über die 40. Strasse nach Ordish' System zu Philadelphia; die Eisenbahnbrücke bei Morrisville, die Trentonbrücke über den Delaware, die Strassenbrücke nach dem Triangularsystem über die 40. Strasse in Philadelphia, die Belmont Avenue Bridge derselben Stadt, welche zwei sich rechtwinklig kreuzende Strassen an der Kreuzungsstelle über die Bahn führt, ausserdem viele Hochbauten etc.

Die meisten Bauten der Pennsylvania Railroad werden von der Keystone Bridge Co. ausgeführt.

Abgesehen von diesem letzteren Falle hat der in den Vereinigten Staaten übliche Modus der Vergebung eine Reihe von Erscheinungen hervorgerufen, die den ganzen Brückenbauten einen eigenthümlichen, von dem unserer Constructionen gänzlich abweichenden Charakter verleihen; sie sind:

1. Typische Durchbildung der Details in bestimmten, dem Etablissement eigenthümlichen und ihm meist patentirten Formen, die in den Fabriken schablonenmässig nach eigenen Methoden erzeugt werden.

In Folge dessen:

2. Ausserordentliche Raschheit des Entwurfes. Ein in einfachen Linien gezeichnetes Schema, in das die Inanspruchnahmen und die ihnen entsprechenden Kaliber, sowie an den

Knotenpunkten die Bolzenstärken eingeschrieben werden, genügt, um die Ausführung sofort zu gestatten. E. Hemberle, der Ingenieur der American Bridge Co. erzählte dem Verfasser, dass er an manchen Tagen bei 10 Brückenentwürfe verfertigt und zum Contractabschlusse vorbereitet habe.

3. Billigkeit der Construction selbst, die in einem Lande, wo die Arbeitspreise in kolossaler Höhe sich bewegen, besonders wichtig erscheint.

4. Möglichkeit rascher Herstellung. In den gewählten Systemen selbst, der gelenkförmigen Durchführung der Knotenpunkte, dem Trestle-Work, liegt endlich noch neben Anderem

5. Die Möglichkeit rascher Montirung. Wir werden hierauf noch öfter zurückkommen.

Bei allen Vergleichen aber darf ein Umstand nicht übersehen werden, der überhaupt viele Erscheinungen erklärt; er betrifft das im Vergleiche zu uns ganz andere Verhältniss, in welchem drüben der Preis der Arbeit zum Preise des Rohproductes steht; dieses lässt bei der Beurtheilung der Systeme von gleicher Tragfähigkeit mehr die Art ihrer Herstellung als den Materialaufwand in den Vordergrund treten.

So vortheilhaft nun auch in gewisser Beziehung das in den Vereinigten Staaten übliche System der freien Concurrenz sich für die ökonomische Durchbildung der Details, für die rasche Ausführung der Construction erwiesen, so führen anderseits manche Erfahrungen, die man namentlich an Strassenbrücken im Innern des Landes gewonnen, auf dunkle Schattenseiten desselben.

Der Mangel jedweder Controle von Seite vorgesetzter Behörden, das Unverständniss gewisser Submittenten, die, nur um ein Geschäft zu machen, Constructionen in Anwendung bringen, die gar nicht auf der Höhe der Zeit stehen, ja im Gegentheile auf gänzlich verfehlten Principien beruhen, haben den amerikanischen Brückenbau nach manchen Richtungen in Misscredit gebracht.

Bot doch schon die Ausstellung allein Gelegenheit, Systeme und Details zu studiren, die Mangel an durchgreifenden Studien und richtigem Verständnisse zeigten.

Was unter den praktisch ausgeführten Constructionen mitunter vorkommt, zeigt ein Beispiel, welches uns in jüngster Zeit die „Engineering News" vom Jahre 1877 erzählen, indem sie auf

eine Howe-Gitterbrücke zu Elgin, Ill., mit einer Spannweite von etwa 27 Meter hinweisen, welche die Gegendiagonalen am stärksten an den Enden, die Hauptstreben am stärksten in der Mitte der Spannweite angeordnet zeigt.

Wie häufig von schlechtgebauten oder ungenügend versicherten Brücken herrührende Unfälle vorkommen dürften, möge durch eine Reihe von Notizen illustrirt werden, die wir der auf's Geradewohl gewählten Nummer der „Railroad Gazette" vom 21. September 1877 entnehmen. Wir finden darin:

„Am 5. August Nachmittags passirte ein Lasttrain der Chicago Milwaukee und St. Paul Railroad die Howe-Gitterbrücke über den Kinnikinnick River nächst Milwaukee, Wis. Drei der Locomotive zunächst stehende Lastwagen brachen durch und fielen in den Fluss, die Maschine blieb in der Mitte der Spannweite stecken. Die Brücke wurde sofort reparirt."

„Am Morgen des 20. zerstörte ein Train der Maysville & Lexington Railroad eine kleine Brücke nächst Carlisle, Ky. Vier Wagen brachen durch und gingen in Trümmer."

„Zusammenbruch einer anderen Truesdell-Brücke. Der „Telegraph", erscheinend in Dixon, Ill., berichtet: Eine eiserne Truesdell-Strassenbrücke, welche vor 8 Jahren über den Pecaconica River erbaut wurde, stürzte vor einigen Tagen zusammen. Die Brücke bestand aus 3 Feldern von je 70 Fuss (21·3 Meter) Länge, war mit einem Kostenaufwande von 7000 Dollars errichtet worden und besass ein ganz eisernes Rahmenwerk. Der Unfall wurde durch einen Knaben veranlasst, welcher vier Kühe im Laufschritt über die Brücke trieb. Der Knabe und die Thiere fielen in den 20 Fuss tiefer gelegenen Fluss und wurden, so unglaublich es klingen mag, ohne ernstliche Verletzungen erlitten zu haben, gerettet. Die Brücke gehörte zu demselben Systeme, nach welchem man die vor 4 Jahren hier eingestürzte Brücke erbaut hatte."

Es fehlt in Amerika nicht an Selbsterkenntniss und dem ernsthaften Streben, die Schäden offen und ehrlich auszusprechen und sie nach Möglichkeit zu bekämpfen. So wurde bei der fünften alljährlichen Versammlung der amerikanischen Gesellschaft der Civilingenieure (1873) beschlossen:

„Es mögen von einem Comité der nächstjährigen Versammlung die praktischesten Mittel vorgeschlagen werden, die sich

anwenden lassen, um jenen furchtbaren Unglücksfällen, welche der Einsturz der Brücke zu Dixon, Ill., und ähnliche Ereignisse hervorgerufen, entgegenzutreten." Dieses Comité, aus den ersten Brücken-Ingenieuren des Landes bestehend, bezeichnete in seinem Berichte vom 3. März 1875 als Ursachen der eingetretenen Katastrophen:

1. Dass Brücken von unverständigen oder corrupten Baumeistern errichtet und von unverständigen oder corrupten Eisenbahn- oder Stadtverwaltungen übernommen wurden.

2. Dass richtig entworfene und genügend starke, mit genügendem Materiale erbaute Brücken missglückten, in Folge der vollständigen Vernachlässigung von Seite ihrer Eigenthümer oder in Folge der Verletzung des Materiales während des Transportes oder der Montirung.

3. Dass gute oder schlechte Brücken niederbrachen oder zerstört wurden durch entgleiste Züge, welche mit grösserer Geschwindigkeit oder grösserer Belastung, als sie die Erbauer oder die Eigenthümer ursprünglich beabsichtigten, die Brücke passirten.

Ueber die Mittel, die anzuwenden seien, gingen die Ansichten allerdings etwas auseinander; doch sprachen sich die meisten der Comitémitglieder directe für gesetzliche Bestimmungen aus, die von Seite der einzelnen Staaten zu erlassen seien und die für Strassen- und Eisenbahnbrücken unter bestimmten Verhältnissen zu wählenden zufälligen Belastungen vorzuschreiben hätten. Zum Theile wurde directe die Aufstellung staatlich bestimmter, sachlich gebildeter Inspectionsorgane befürwortet.

Zur neuerlichen Erörterung gab eine furchtbare Erfahrung Veranlassung, welche man an der zur traurigen Berühmtheit gekommenen Asstabulabrücke machte, die am 29. December 1876 unter der Last eines Schnellzuges zusammenbrach. An 100 Passagiere verloren hiebei ihr Leben. Es war eine eiserne Gitterbrücke nach Art des Howe'schen Systems von 45·7 Meter Spannweite und 6·1 Meter Höhe. Die Diagonalen und Gegendiagonalen, sowie der Obergurt bestanden aus nebeneinandergelegten I-Eisen; die Knotenverbindung wurde weder durch Nieten, noch durch Bolzen, sondern lediglich durch das Anpressen der gedrückten Theile an ein Gussstück durch künstliche Anspannung bewirkt. Quer-

verbindungen und Windverstrebung waren höchst mangelhaft, ja überhaupt die Construction war eine derartige, dass sie in keiner Weise mit den neueren amerikanischen Constructionen identificirt werden darf. Die Aufstellung geschah durch einen Sachunverständigen, ja man glaubt, dass einzelne Theile an unrechten Stellen eingeschaltet worden seien. Wir führen diese Thatsachen, obwohl in der Zeit über die Grenzen unseres Berichtes hinausreichend, an, weil wir dem Vorurtheile, als ob die derzeit übliche Constructionsweise mit an der Katastrophe Schuld trüge, entgegentreten wollen, andererseits aber auch deshalb, weil sie die directe Veranlassung bot, dass bereits von einer Commission der Ohio Legislative der Entwurf eines Brückengesetzes ausgearbeitet wurde, welches Bestimmungen über die anzunehmende zufällige Belastung für Strassen- und Eisenbahnbrücken, über die Grösse der zulässigen Inanspruchnahme auf Zug und Druck für Schmiedeisen, Gusseisen und Holz, und endlich Verordnungen betreffs der Inspection der Brücken und der Errichtung einer staatlichen Aufsichtsbehörde enthält. Letztere besteht aus der Eisenbahncommission (Railroad Commissioners), auf deren Vorschlag der Gouverneur einen fachkundigen Experten ernennt, welchem die Begutachtung jeder neu zu erbauenden Brücke obliegt und an welchen die Corporationen regelmässige Berichte über den Zustand der in ihrem Besitze befindlichen Brücken zu erstatten haben. Auch von Fachmännern, Clarke, Francis, Adam und Anderen, wurde die Errichtung staatlicher Aufsichtsbehörden, welchen die Ueberwachung sämmtlicher bestehender und die Begutachtung neu zu erbauender Brücken obliegen soll, neuerdings angeregt.

Wir lassen diesen in mehr als einer Beziehung höchst interessanten Gesetzentwurf, der bemerkenswerthe Aufschlüsse über die Anforderungen, die man an das Material stellen darf, im Anhange, vollinhaltlich, in freier Uebersetzung folgen und bemerken nur, dass wir, um die Uebersichtlichkeit zu erhöhen, die im Originale in Worten gebrachten Zahlenangaben tabellarisch zusammengestellt und zugleich die in Metermass umgerechneten Daten beigefügt haben.

Schliesslich möge noch ein anderer, von J. A. Garfield im Februar 1877 dem Congresse vorgelegter Gesetzes-Entwurf Platz

finden, der die Constatirung der Ursachen solcher Katastrophen zum Gegenstande hat und ebenfalls dem oben erwähnten Unfalle seine Entstehung verdankt:

Die Congress-Versammlung der Repräsentanten der Vereinigten Staaten verordnet:

§. 1. Der Präsident wird hiermit ermächtigt, ein Comité von drei Commissären, welche Genie-Officiere der Armee sein sollen, zu ernennen, welche die Anzahl, die Ursachen und Mittel zur Verhinderung der Unglücksfälle auf Eisenbahnen, die Anzahl der getödteten oder verletzten Personen zu erheben haben; es soll ihre Pflicht sein, jene Unfälle, die ihrem Urtheile nach von ungewöhnlichen oder unerklärten Erscheinungen begleitet sind, genauer zu erforschen und einen Special-Bericht darüber zu erstatten.

§. 2. Die Commissäre sollen ausser dem ihnen gebührenden Gehalte als Ingenieur-Officiere noch Diäten für die Reisen und sonstigen Ausgaben, welche ihnen aus den bezeichneten Pflichten erwachsen, erhalten.

§. 3. Ausser den von Zeit zu Zeit einzuliefernden Special-Berichten sollen die Commissäre am Schlusse jedes Jahres dem Schatz-Secretäre einen General-Bericht über die in dem betreffenden Jahre in den Vereinigten Staaten vorgefallenen Eisenbahnunfälle erstatten, welcher zusammen mit allen im Laufe des Jahres vorgelegten Special-Berichten dem Congresse zu unterbreiten ist.

BERECHNUNGSDATEN.

Die geringe Belastung, für welche man die ersteren in Amerika erbauten Brücken, allerdings dem leichteren Locomotivgewichte entsprechend, construirte, sowie der Mangel an Vorsicht, mit welcher in dieser Beziehung von Seite unverständiger Bahnverwaltungen und Stadtcomités auch in neuerer Zeit vorgegangen wurde; haben vielfach in Europa die irrthümliche Meinung verbreitet, es seien die amerikanischen Brücken im Allgemeinen nicht unter Berücksichtigung jener Sicherheit erbaut, die man bei uns von solchen öffentlichen Werken mit Recht beansprucht.

Wie schon aus der früher erwähnten, im Anhange mitgetheilten Specification hervorgeht, ist dies bei den, von reellen Etablissements gelieferten Brücken keineswegs der Fall, ja es lässt sich behaupten, dass man vielfach in den Vereinigten Staaten derzeit keinen geringeren Sicherheitsgrad zu Grunde legt, als dies in Europa geschieht.

Indem wir uns vorbehalten, auf die üblichen zulässigen Inanspruchnahmen der einzelnen Materialien, gelegentlich der Besprechung dieser selbst, eingehender zurückzukommen, wollen wir hier zunächst die Wahl der Verkehrslast näher beleuchten.

Während z. B. bei den ersten eisernen Brücken der Pennsylvania Railroad nur eine bewegliche Belastung von 3·33 Tonnen pro laufenden Meter (1 Tonne englisch pro laufenden Fuss) bei einer zulässigen Inanspruchnahme von 787 Kilogramm pro Quadratcentimeter für Schmiedeisen selbst für kleine Spannweiten üblich war; so dass in der Folge viele Brücken entweder ausgewechselt oder, wie dies durch die herrschende Constructionsweise begünstigt wird, nachträglich verstärkt werden mussten: pflegt man heutzutage ausschliesslich nach dem Gewicht und den Radständen der auf der Bahn verkehrenden schwersten Locomotive vorzugehen.

Für kleine Spannweiten werden die Raddrücke als Einzellastsysteme, für grössere werden sie in der Weise in Rechnung gezogen, dass man sich nur hinsichtlich der Momente begnügt, eine auf die belastete Länge gleichförmig vertheilte Verkehrslast anzunehmen, während für die Berechnung der Transversalkräfte, welche bekanntlich die Dimensionen des Gitterwerkes bestimmen, zu der gleichförmig vertheilten, dem blossen Gewichte eines beladenen Güterzuges entsprechenden Last, an den dem fraglichen Bestandtheile zunächst liegenden Stellen concentrirte Lasten hinzugefügt werden, welche der Differenz des Gewichtes der Locomotive, beziehungsweise Tenders gegen das bereits berechnete Gewicht einer gleichen Länge beladener Güterwagen entsprechen.

Vielfach gibt sich das Bestreben kund, den Einfluss der zufälligen Belastung mit den neueren auf die Wirkung wiederholter Beanspruchungen, namentlich in Deutschland angestellten Versuche in Einklang zu bringen. Vor Allem ist hier wohl der Vorschlag zu erwähnen, welcher von John Griffin und Thos. C. Clarke gelegentlich der vierten Jahresconvention der amerikanischen Gesellschaft der Civilingenieure im Juni 1872 vorgelegt wurde und in dem schön ausgestatteten, illustrirten Album der Phönixville Bridge Works, das den die Ausstellung besuchenden Fachgenossen bereitwilligst unentgeltlich zugemittelt wurde, ausführliche Begründung findet. Er läuft dahin hinaus, man solle die zufällige Belastung doppelt genommen zum Eigengewichte schlagen und die so ermittelte Belastung als ruhende betrachten. Es scheint jedoch dieser Grundsatz sich bisher nicht Bahn gebrochen zu haben. In dem oben genannten Album finden wir als Annahmen:

Bis	3·7	Meter				7·44	Tonnen	pro	laufenden Meter.
von	3·7	„	bis	5·2	Meter	5·95	„	„	„ „
„	5·2	„	„	7·6	„	5·21	„	„	„ „
„	7·6	„	„	25·3	„	4·46	„	„	„ „
„	25·3	„	„	33·5	„	3·72	„	„	„ „

Die Daten wurden aus den Angaben über Locomotiv- und Wagengewichte abgeleitet, die wir im Weiteren folgen lassen.

Art der Maschine	Bahn, bei der sie in Verwendung ist	Zahl der Achsen		Adhäsionsgewicht		Gewicht der Maschine sammt beladenem Tender	
		Treibachsen	Laufachsen	Total-Tonnen	pro laufend. Meter des Radstandes in Tonnen	Total-Tonnen	pr. lfd. Meter des beladenen Geleises in Tonnen
Pushers.							
Fairliemaschine . .	höchst selten	6	—	27·43	11·25	54·86	3·46
Pusher	Pennsylvania-Bahn	4	—	36·29	5·41	63·50	3·86
Pusher	Philadelphia- und Reading-Bahn . .	5	—	37·28	7·81	59·96	3·64
Pusher	Baltimore- u. Ohio-Bahn	4	1	38·10	10·00	58·06	3·59
Schwerste Tendermaschine	Philadelphia- und Reading-Bahn . .	6	—	46·27	7·75	46·27	4·22
Schwere Kohlen- und Güterzugsmaschinen.							
Normale Kohlenzugsmaschine . .	Philadelphia- und Reading-Bahn . .	3	2	24·04	8·30	55·40	3·62
Normale Güterzugsmaschine	Pennsylvania-Bahn	3	2	24·72	6·53	58·92	3·58
Schwere Güterzugsmaschine	New-York-Central-Bahn	3	2	29·48	6·24	54·43	3·97
Normale Maschine	Delaware - Lackawanna- and Wilmington-Bahn . .	3	2	32·43	8·87	63·00	3·83
Normale Maschine	Chicago - Burlington- and Quincy-Bahn	3	2	32·66	8·93	58·06	3·56
Schwere Güterzugsmaschine	Erie - Bahn (breite Spurweite)	3	2	32·73	7·41	62·34	3·79
Maschinen für Personen- und gemischte Züge.							
Normale Personenzugsmaschine . .	Philadelphia- und Reading-Bahn . .	2	2	11·46	5·79	46·84	3·51
Normale Personenzugsmaschine . .	New-York-Central-Bahn	2	2	18·14	8·12	45·36	3·38
Normale Personenzugsmaschine . .	Grand Trunk of Canada-Bahn . .	2	2	18·29	8·00	50·80	3·40
Maschine für gemischte Züge . .	Philadelphia- und Reading-Bahn . .	2	2	18·80	9·49	52·25	3·76
Normale Personenzugsmaschine . .	Pennsylvania-Bahn	2	2	20·59	8·44	56·84	3·49

Bezeichnung der Wagen	Bahn, bei der sie in Verwendung stehen	Gewicht im belasteten Zustande in Tonnen	Gewicht pro laufenden Meter Wagenlänge in Tonnen
Kurze Kohlenwagen . .	Lehigh-Valley-Bahn . .	8·62	2·18
Schwerste lange Kohlenwagen	Philadelphia- und Reading-Bahn	18·14	2·70
Geschlossene Güterwagen	Pennsylvania-Bahn . . .	19·05	2·02
Personenwagen	Pennsylvania-Bahn . . .	25·85	1·32
Pullmann'sche Schlaf- und Salonwagen . . .	Pennsylvania-Bahn . . .	32·48	1·42

Bei der Keystone Bridge Compagnie geht man in Bezug auf die anzunehmende Belastung noch strenger vor.

Auf Grund einer Zusammenstellung der üblichsten Locomotivtypen, welche dem Kataloge der bedeutendsten amerikanischen Firma, den Baldwin'schen Locomotiv-Works, entnommen sind, wird die zu wählende zufällige Belastung pro Einheit derart bestimmt, dass man für kleine Spannweiten stets die grösste Einzellast, welche als Gewicht des schwersten vorkommenden Treibachsenpaares auftritt, in der Mitte der Spannweite stehend annimmt und diese Last doppelt genommen auf die Länge des Trägers vertheilt.

Es wird bei diesem Vorgange folgerichtig das durch die Einzellast hervorgerufene grösste Moment, respective die Beanspruchung des Trägers, eine ebenso grosse, wie die durch die ideelle gleichförmig vertheilte Belastung erzeugte. Nach ähnlichen Principien geht man vor, wenn mehr als ein Rad auf das Feld gelangt.

Wir lassen eine Tabelle der so ermittelten Werthe, welche mit Rücksicht auf die zerstörenden Einflüsse, die durch die Bewegung der Züge hervorgerufen werden, zum Theile noch grösser angenommen sind, folgen und bemerken nur, dass die Keystone Bridge Compagnie ihre Eisenbahnbrücken grosser Spannweite durchgehends mit 3000 Pfund pro laufenden Fuss (4·40 Tonnen pro laufenden Meter) dimensionirt hat. Zur näheren Erklärung

möge noch erwähnt werden, dass der Last pro Feld die oben angeführte Bedeutung zukommt, wonach man für die Berechnung des Gitterwerkes und der Gurte ausser der gleichförmig vertheilten Last (Rubrik 1) in dem zunächst liegenden Felde, beziehungsweise in der Mitte das Plus der Rubrik 2 über 1 hinzufügt, um dem Einflusse der grösseren Locomotivdrücke gerecht zu werden.

Bezeichnet man die Trägerlänge mit l, die Länge eines Feldes mit a, die Trägerhöhe mit h, die Totalspannung des Untergurtes in der Mitte mit H, so ist nach dem oben Gesagten $H = \frac{p_1 l^2}{8 h} + \frac{(p_2 - p_1)\, al}{4 h}$, eine Formel, die wir directe in dem Berechnungs-Formulare der genannten Compagnie finden.

Länge in Metern		Anzunehmende Belastung pro laufenden Meter		Anzuwendendes Trägersystem
der Spannweite	eines Feldes (ungefähr)	1 der Spannweite p_1	2 eines Feldes p_2	
3·0	—	8 93	8·93	Gewalzte Träger.
3·7	—	8·93	8·93	
4·6	—	8·93	8·93	
6·1	—	8·19	8·19	
7·6	—	7·44	7·44	
9·1	4·6	5·20	8·93	Einfache Gitter- oder Blechträger.
12·2	4·6	4·46	8·93	
15·2	4·6	4·46	8·93	Einfache Gitter-, genietete Latten- oder Blechträger.
18·3	4·6	4·46	8·93	
22·9	3·8	4·46	7·44	Gitterträger (einfaches System).
30·5	4·4	4·46	6·70	
38·1	4·3	4·31	6·70	
45·7	4·6	4·31	6·70	
61·0	4·4	4·17	6·70	
76·2	4·5	4·17	6·70	Gitterträger (zweifaches System).
91·4	4·6	4·02	6·70	
106·7	4·4	3·87	6·70	Gitterträger (zweifaches oder dreifaches System).
121·9	—	3·87	6·70	
137·2	—	3·71	6·70	
152·4	—	3·71	6·70	
167·6	—	3·57	6·70	

Bedenkt man nun, dass die Maximal-Achsendrücke durchwegs kleiner als bei uns sind, dass demungeachtet, wenigstens bei grösseren Spannweiten, dieselbe Belastung pro Einheit an-

genommen wird, bedenkt man ferner, dass in den Vereinigten Staaten fast durchgehends bei einer keineswegs minderen Qualität des Eisens die Beanspruchung auf Zug mit 703 Kilogramm pro Quadratcentimeter (für Druck noch kleiner) fixirt wird, während sie beispielsweise in Oesterreich gesetzlich mit 800 Kilogramm bemessen ist; so erscheint der oben ausgesprochene Satz gewiss gerechtfertigt.

In dem Programme der Keystone Bridge Co. finden sich hinsichtlich der Strassenbrücken nachstehende Bestimmungen:

„Das Minimalgewicht pro Quadratmeter soll nicht weniger als 366·2 Kilogramm für die Fahrbahn; für die Fusswege, welche vollständig mit Menschen besetzt anzunehmen sind, nicht weniger als 488 bis 587 Kilogramm pro Quadratmeter (beziehungsweise 75 und 100 bis 120 Pfund pro Quadratfuss) betragen."

„Die einzelnen Bohlen und Querträger, welche eine Feldlänge bis zu 4·6 Meter (15 Fuss) unterstützen, sollen mit Sicherheit eine Last von 13·6 Tonnen (15 Tons) für alle Theile der Fahrbahn und 4·5 Tonnen (5 Tons) für 1·8 Meter (6 Fuss) breite Fusswege zu tragen vermögen."

„Bei Stadtbrücken, welche lebhaften Verkehr vermitteln, sind 488 Kilogramm pro Quadratmeter (1000 Pfund pro Quadratfuss) als Minimallast anzunehmen."

„Die Gurte und das Gitterwerk sollen diese und die todte Last der Construction aufzunehmen vermögen, ohne hiebei eine grössere Beanspruchung als bis zur halben Elasticitätsgrenze des zur Verwendung kommenden Materials zu erfahren."

„Die zerstörenden Einflüsse der Vibrationen werden bei Strassen durch die Unebenheiten des Fahrweges, den Tritt der Thiere, den abgemessenen Schritt der Infanterie, welcher Schwingungen erzeugt, und zahlreiche andere Ursachen vermehrt. Aus diesen Gründen erscheint es nicht rathsam kleinere als die bei Eisenbahnbrücken in Betracht kommenden Sicherheits-Coëfficienten zu wählen."

„In den Entwürfen und Constructionen für Brücken in öffentlichen Parkanlagen oder Privatgründen ist grössere Ungebundenheit gestattet. Für starkbenützte Durchfahrten kann 620 Kilogramm pro Quadratmeter (125 Pfund pro Quadratfuss) verlangt werden,

während in abgelegenen, ruhigen Orten 244 Kilogramm pro Quadratmeter (50 Pfund pro Quadratfuss) genügen mag."

„Hängebrücken werden gewöhnlich für grosse Spannweiten construirt und häufig unter Annahme zu geringer Lasten berechnet." „Die Beispiele, wo 146 Kilogramm pro Quadratmeter (30 Pfund pro Quadratfuss) die lebendige Last repräsentiren und die aus dieser und dem Eigengewicht resultirenden Kräfte nur $^1/_5$ der Festigkeitsgrenze des Cables betragen, sind in diesem Lande zahlreich."

„Wir haben der Berechnung der Hängebrücken nie weniger als 293 Kilogramm (60 Pfund pro Quadratfuss) bei sechsfacher Sicherheit zu Grunde gelegt."

„342 Kilogramm pro Quadratmeter (70 Pfd. pro Quadratfuss), verbunden mit fünffacher Sicherheit bei besten Eisen- oder Stahldraht-Cables, bei gleichzeitiger Vermehrung dieser Grössen für die Bahnconstruction scheint uns die äusserste Grenze, welche empfohlen werden darf, wenn man volle Sicherheit und Dauerhaftigkeit solcher Constructionen beansprucht."

Unter Annahme solcher Belastungen lässt die Keystone Comp. für derartige Constructionen folgende Inanspruchnahmen für die einzelnen Materialsorten zu:

Doppelt gewalztes Brückeneisen für Zug 703 Kilogramm pro Quadratcentimeter (10.000 Pfund pro Quadratzoll). Eisen für die Gurte auf Druck bei kurzen Säulen 562 Kilogramm pro Quadratcentimeter (8000 Pfund pro Quadratzoll). Für lange Säulen ein Viertel der biegenden Kraft, welche mit Rücksicht auf das Material das Verhältniss der Länge zum Durchmesser und die Art der Einspannung sich ergibt.

Gusseisen in kurzen Tuben für Druck 562 bis 703 Kilogramm pro Quadratcentimeter (8000 bis 10.000 Pfund pro Quadratzoll), bei langen Säulen das Sechstel des auf empirischem Wege oder durch die Formel bestimmten Werthes der äussersten biegenden Kraft.

Bei der 20 Fuss breiten, mit je zwei Seitenwegen für Fussgänger versehenen Strassenbrücke über den Monongahela in Pittsburg, Pa., einer versteiften Hängebrücke, wurde als Last nur 1600 Pfund pro laufenden Fuss, beziehungsweise 244 Kilogramm pro Quadratmeter angenommen.

Dass man dem Einflusse des Windes vielfach nicht in der Weise Rechnung zu tragen scheint, wie es den Verhältnissen des Landes entspricht, bestätigen die nicht seltenen Fälle, dass Brücken von der Gewalt des Sturmes über ihre Widerlager geworfen wurden. Wir führen unter den hieher gehörigen Ereignissen den erst in jüngster Zeit (25. August 1877) vorgekommenen Fall an, dass zwei Spannweiten des östlichen Endes der Brücke der Union Pacific Railroad über den Missouri bei Omaha während eines heftigen Sturmwetters von ihren Pfeilern gestürzt wurden. Die von einer Seite aufgestellte Annahme, es sei diese Katastrophe durch Blitzschlag verursacht worden, ist wohl nicht stichhältig, da die daselbst zur Anwendung gekommenen eisernen, in's Wasser reichenden und auf Fels fundirten Pfeiler ausgezeichnete Leiter der Elektricität repräsentiren.

Auf Grund der allerdings nicht ganz vollständigen Daten, welche wir über diese Brücke besitzen, versuchten wir es, den Druck zu ermitteln, der eingetreten sein musste, um einen Umsturz zu bewirken, und fanden hiefür als ungefähres Mass 90 Pfund pro Quadratfuss beziehungsweise 440 Kilogramm pro Quadratmeter; Professor Winkler gibt an, dass bei dem im Jahre 1876 vorgekommenen Umsturze der Brücke über den Tennessee der East Tennessee Virginia- und Georgia-Eisenbahn von 55 Meter Spannweite der Winddruck mindestens 500 Kilogramm pro Quadratmeter betragen haben müsse.

Lässt sich nun auch die Möglichkeit solcher Winddrücke nicht leugnen, so erscheint es andererseits in beiden Fällen auch nicht unwahrscheinlich, dass die im Allgemeinen stets sehr schwach construirte Windverstrebung der amerikanischen Brücken schon bei einem geringeren Drucke nachgegeben und hiedurch die Katastrophe verschuldet habe.

Nach Gleim's Angabe pflegt man für die Berechnung der Windkreuze häufig gar keine bestimmten Annahmen zu machen, sondern viel mehr anzunehmen, dass die Querverstrebungen nur durch die Seitenbewegungen der Fahrbetriebsmittel beansprucht werden.

Da nun die hiedurch hervorgerufenen Kräfte theils rechts, theils links wirken, halten viele Ingenieure eine Verstärkung der Querschnitte des horizontalen Gitterwerkes gegen die Enden für

unnöthig und führen einen constanten Querschnitt durch. So schreiben die Submissionsbedingungen der Erie-Bahn für sämmtliche Felder einer Brücke gleichmässige Minimaldimensionen der Windstreben vor, und zwar:

bei Spannweiten	Querschnitt in Quadratcentimetern für die Streben der Fahrbahn	der anderen Gurtung
unter 15 Meter	5·1	3·9
von 15 bis 30 „	6·1	5·0
„ 30 „ 46 „	7·9	6·1
„ 46 Meter und darüber	11·4	7·9.

Andererseits beginnt man namentlich in neuester Zeit den Einfluss des Windes zu beachten.

So schreibt die Keystone Bridge Comp. in ihrem für die Berechnung angelegten Hefte vor, den Winddruck auf die Oberfläche des Trägers unter zu Grundelegung eines Druckes von 30 Pfund pro Quadratfuss (146·5 Kilogr. pro Quadratmeter) auszumitteln und hiebei die Bahn mit Wagen bedeckt anzunehmen. Unter Einwirkung dieser Kräfte sei die Windverstrebung als horizontal liegender Träger zu betrachten, dessen Belastung durch den Wind erzeugt wird. Bei unten liegender Bahn sei die Hälfte des Windes auf den Unter- die andere Hälfte auf den Obergurt anzunehmen, liegt die Bahn oben, so habe die obere Verstrebung dem Druck auf die Wagen und den halben Träger zu widerstehen.

Wir finden weitere, diesbezügliche Daten in der Specification der Cincinnati Southern Railway und verweisen hinsichtlich der Annahmen, welche von dieser Gesellschaft bei Viaducten gemacht werden, auf das später folgende Capitel. Bei der Berechnung der Saint Louis-Brücke über den Mississippi wurde 50 Pfund pro Quadratfuss (244 Kilogramm für den Quadratmeter) angenommen. Dasselbe geschah bei Berechnung der neuen Ohio-Brücken.

Die in Amerika zur Anwendung kommenden Systeme zeichnen sich im Allgemeinen durch grosse Einfachheit aus und werden im Wesentlichen von dem Principe geleitet, die Anordnung der Theile so zu treffen, dass eine rein statische Berechnung derselben vorgenommen werden kann.

Dieselbe wird meist ziffermässig durchgeführt*); doch ist in neuester Zeit vielfach das Streben vorhanden, sich der für eine

---

*) Wir nennen als hierauf bezugnehmende, vielfach benützte Werke: z. B. „Handy Book, Strains in Girder" by W. Humber, „The Theory of Strains" by Bindon B. Stoney, 1875 ($12^1/_2$ Dollars), „Elementary and Practical Treatise on

rasche, übersichtliche Ermittlung der Spannungen so vortheilhaften graphischen Methoden zu bedienen. Die Literatur der letzten drei Jahre hat auf diesem Gebiete eine Reihe bemerkenswerther Publicationen zu verzeichnen*), die von den Buchhändlern oder den Autoren zum Theile auch zur Ausstellung gebracht waren.

Nach Mittheilungen von Fachgenossen fehlt es auf dem Gebiete des Brückenbaues an einem einheimischen Werke, das den derzeitigen Standpunkt des Faches in vollkommener Weise vertritt.

Complicirtere, in das Reich der Elasticitätslehre führende Berechnungen werden selten angestellt, es fehlt in dieser Hinsicht wohl manchen sonst ganz tüchtigen Brückenconstructeuren an der hiefür nöthigen Vorbildung, ein Umstand der zum Theile in der Einrichtung der technischen Lehranstalten seine Erklärung findet.

Es ist bezeichnend, dass die für die eiserne Bogenbrücke bei St. Louis nöthigen, auf höherem Calcul beruhenden Berechnungen von einem jungen Deutschen, Herrn Wm. Rehberg durchgeführt wurden.

Das ernstliche Streben, welches vielfach auch hierin in neuester Zeit zu Tage tritt, wird gewiss auch dieser Seite der Wissenschaft jene Anerkennung verschaffen, welche sie mit Recht verdient.

Unter den theoretischen Abhandlungen auf dem Gebiete des Brückenbaues war es namentlich eine Arbeit, welche zur Zeit der Ausstellung in dem Expositionsraume der American Society of Civil Engineers aufliegend, vielfach zu Discussionen Veranlassung gab.

Es war ein Aufsatz über die continuirlichen Träger von Ch. Bender, einem Deutschen, der in Europa an Seite Sternberg's seine theoretische Ausbildung genossen und seit einer Reihe von Jahren in den Vereinigten Staaten lebt.

Da diese Schrift in der That einige ganz interessante Gesichtspunkte enthält und zugleich neben der dem Amerikaner

---

Bridge Building" by S. Whipple, sämmtlich Verlag D. v. Nostrand, New-York, sowie die allgemeinen über Ingenieurwesen handelnden Werke: „An Encyclopaedia of Civil Engineering" by E. Cresy, London 1872, bei Longmass, Green & Co., „The Civil Engineers Pocket Book" by B. J. Trautwine (Brückenbau schwach), Verlag von Ph. Claxton, Remsen, A. Haspelsinger 1874.

*) So die von Ch. E. Greene, Du Bois etc.

anhaftenden Scheu vor complicirten Berechnungen andere Motive anführt, welche die geringe Verbreitung*) dieser in Europa so häufig zu findenden Constructionen erklärt, möge es gestattet sein, etwas näher auf sie einzugehen.

Der Hauptvorwurf, den Bender den continuirlichen Trägern macht, gipfelt in dem Umstande, dass der Elasticitätsmodul, den man bei den gegenwärtig üblichen Berechnungsmethoden als constant annimmt, keineswegs als unveränderliche Grösse eingeführt werden dürfe, sondern ganz bedeutenden Variationen ausgesetzt sei.

Unter den zahlreichen Daten, welche der genannte Autor zu diesem Zwecke anführt, und in denen Eisensorten der verschiedensten Art und Erzeugung zusammengestellt erscheinen, interessiren uns zunächst nur jene, welche in Amerika vorgenommen wurden, und welche sich auf Vergleichung verschiedener Probestücke, aus demselben Materiale hergestellt, in derselben Hütte und nach denselben Processen erzeugt, beziehen, da ja in den meisten praktischen Fällen bei Erbauung eiserner Brücken nur Bestandtheile solcher Art zur Verwendung kommen.

In dieser Hinsicht beruft sich Bender auf eigene Untersuchungen, die er während seiner Dienstleistung an Tausenden von Stäben gemacht, und an denen er Werthe von 1,100.000 bis 2,800.000 Kilogramm pro Quadratcentimeter für den Elasticitätsmodul ermittelt, je nachdem er Stäbe verschiedenen Querschnittes von $6^1/_2$ bis 92 Quadratcentimeter Fläche zur Erprobung brachte.

Insbesondere aber weist er auf die Versuche hin, die auf Th. D. Lovett's Veranlassung durch die Cincinnati Southern Railway vorgenommen und an anderer Stelle eingehend besprochen werden. Die Werthe, welche für Façoneisen derselben Fabrik bei verschiedener Dimensionirung ihrer Kaliber gewonnen

---

*) Drehbrücken ausgenommen, kommt der continuirliche Träger in den Vereinigten Staaten sehr selten vor. Der Verfasser hatte nur Gelegenheit eine einzige Construction dieser Art zu besichtigen. Es war eine Strassenbrücke nächst Bethlehem in Pennsylvania, die nach europäischen Principien durchgeführt ist und aus einem continuirlichen Gitterträger (Doppelfachwerk) besteht, welcher sich über 5 Felder von je 25 Meter circa erstreckt. Ober- und Untergurt bestehen aus ⊔|| Eisen, die gedrückten Stäbe sind ⊢-förmig, die Pfeiler eiserne Gitterpfeiler.

wurden, variiren, wie ein Blick auf die später gebrachten Tabellen zeigt, allerdings bei der Tabelle A von 20,300.000 Pfund bis 30,400.000 engl. Pfund pro Quadratzoll (1,420.000 bis 2,130.000 Kilogr. pro Quadratcentimeter), bei der Tabelle B von 25,700.000 bis 29,100.000 engl. Pfund pro Quadratzoll (1,810.000 bis 2,050.000 Kilogr. pro Quadratcentimeter), bei der Tabelle C von 19,300.000 bis 34,600.000 englische Pfund pro Quadratzoll (1,350.000 bis 2,430.000 Kilogr. pro Quadratcentimeter).

Tausende von Versuchen, welche in Phönixville vorgenommen wurden, zeigten eine bemerkenswerthe Gleichheit ihrer Moduli, so lange die Probestücke von gleichem Querschnitte waren, während die Werthe bedeutend von einander differirten, sobald man die aus Stäben verschiedenen Querschnittes ermittelten verglich.

Zu den vielen Daten, die schon Bender liefert, ist in neuester Zeit noch eine Erfahrung hinzugetreten, die man gelegentlich der Erbauung des später zu beschreibenden Kentucky-Viaductes der Cincinnati Southern Railway gemacht, und die wir bei ihrer nicht zu leugnenden Wichtigkeit möglichst getreu übersetzt folgen lassen: „Jenen Herren, welche in den Spalten dieser Zeitschrift*) und in van Nostrand's Blättern so lebhaft die Eigenschaften der continuirlichen Träger und des Elasticitätsmoduls discutirten, theilen wir hier mit, dass bei dieser Brücke die grössten Anstrengungen gemacht wurden, um eine Gleichförmigkeit des Modulus zu erzielen."

„Die Eisenmischung für den Puddelofen und die Pakete für den Walzprocess waren genau vorgeschrieben. Jede Platte wurde im Walzwerke geprüft und alle Barren gleicher Moduli gepaart, während gleichzeitig die Arbeitsausführung eine ganz exacte war. Trotz alledem variirten die Werthe von 20,400.000 bis 28,200.000 Pfund pro Quadratzoll (rund 1,400.000 bis 2,000.000 Kilogramm pro Quadratcentimeter), d. i. um 16 Procent des mittleren Werthes."

Ohne die bekannte Thatsache, dass der Elasticitätsmodulus eine Function des Querschnittes der Form sei, in der Eisen zur Verwendung gelangt, leugnen zu wollen, was sich ja schon aus dem einen Umstande erklärt, dass die wechselnden Formen des Querschnittes andere Einwirkungen der Walzen, verschiedene

---

*) Der „Railroad Gazette", in welcher der bezügliche Artikel publicirt erscheint.

Comprimirung der einzelnen Theile bedingen, sind doch die in Amerika gewonnenen Resultate immerhin mit einiger Vorsicht aufzunehmen, da die in den Fabriken selbst vorgenommenen Versuche sich bei aller Tüchtigkeit der Experimentirenden mit den derzeit in den Etablissements üblichen Apparaten wohl kaum mit jener Exactheit vornehmen lassen, wie sie gerade die Beobachtung dieser Erfahrungsgrösse verlangt.

Allerdings ist die grosse Länge der hier und in ähnlichen Fällen verwendeten Probestücke (bei 16 Meter) der Beobachtungsgenauigkeit günstig. Unter allen Umständen erscheint es im höchsten Grade wünschenswerth, es möge durch unsere europäischen Fachmänner die Frage des Einflusses des Kalibers auf den Elasticitätsmodul eingehenden Untersuchungen unterzogen werden.

Abet auch die Verschiedenheit des Elasticitätsmodulus zugebend, scheint uns hiedurch allein, im Falle das Abhängigkeitsgesetz nur einmal erkannt, kein Grund geboten, die continuirlichen Träger zu verwerfen, da uns gerade die neueste Zeit durch die treffliche Arbeit Mohr's Gelegenheit geboten, auch bei verschiedenen Modulis die Inanspruchnahme der Stäbe zu rechnen, sobald wir eben von der bisher üblichen Methode absehen und aufhören von der für Gittersysteme nur ganz näherungsweise geltenden Grundgleichung der elastischen Linie, auf der die bisher übliche Methode beruht, auszugehen. Dass die Berechnung hiemit allerdings noch mehr Zeit in Anspruch nimmt als bisher, ist klar; ein tüchtiger Ingenieur aber wird hievor, wenn sich ihm die Möglichkeit bietet Tausende an Material zu ersparen, nicht zurückschrecken.

Ein weiterer Grund, welcher gegen die continuirlichen Träger spricht und von Bender ganz besonders hervorgehoben wird, beruht auf dem Einflusse, den eine ungleiche Erwärmung der Gurte hervorruft.

In der That können Temperatur-Differenzen entstehen, wenn man bedenkt, dass einer der Gurte, auf welchem die Bahn ruht, sei es bei obenliegender Eisenbahn der Ober-, sei es bei unten ruhender der Untergurt, durch die überdeckenden Bohlen beschattet ist, während der andere der directen Sonnenwirkung ausgesetzt erscheint.

Hiedurch aber wird eine Verlängerung des mehr erwärmten Theiles und im ersten Falle eine Biegung nach aufwärts, im zweiten eine Biegung nach abwärts des ganzen Trägers erzeugt.

Bei Drehbrücken kann eine ungleiche Erwärmung besonders störend auftreten. So wurde bei einer Drehbrücke von 41·8 Meter Länge der Philadelphia Wilmington & Baltimore Railway durch die ungleiche Erwärmung ein derartiges Aufsitzen auf die Widerlager erzielt, dass die Brücke nicht gedreht werden konnte, da die hievon herrührende Durchbiegung 16 Millimeter betrug. Dem Uebelstande wurde abgeholfen, indem man den Obergurt mit Holz bekleidete. Die American Bridge Comp. trägt diesem Umstande Rechnung, indem sie die Endauflagerung adjustirbar construirt. Wir kommen hierauf später zurück.

Entgegengesetzte Wirkungen können durch kalte Winde hervorgerufen werden; die eine ungleiche Abkühlung beider Gurte bewirken.

Interessante Beobachtungen über diesen Gegenstand liegen von Remie, Hodges, Shaler Smith und Anderen vor.

Es möge gestattet sein, in einer ganz kurzen Ableitung den Einfluss in theoretischer Weise festzustellen:

Gesetzt der Obergurt besässe die Temperatur t_1, der untere t_2, so entsteht im Träger die Tendenz einen Bogen zu bilden, dessen Radius r durch

$$r = \frac{h}{\alpha \, \Delta t}$$

gegeben erscheint, wenn $\Delta t = t_1 - t_2$ die Temperatur-Differenz der Gurte, α den Ausdehnungs-Coëfficienten des Gurtmateriales, h die Trägerhöhe bezeichnet.

Betrachten wir nun zunächst einen continuirlichen Träger mit zwei Feldern, jedes von der Länge l, so ist die Pfeilhöhe s in der Mitte gegeben durch

$$s = \frac{l^2}{2r}$$

Dieser Hebung, beziehungsweise Senkung der Mittestütze entspricht ein Moment M_t

$$M_t = 3 \frac{E \, T \, s}{l^2}$$

wenn E den Elasticitäts-Coëfficienten, T das Trägheitsmoment des

Trägers bezeichnet. Setzt man hierin den gefundenen Werth von s ein, so gibt dies

$$M_t = \frac{3}{2} \frac{E\,T\,\alpha\,\Delta t}{h}$$

Führt man ferner an Stelle von T den Ausdruck $T = \frac{f\,h^2}{2}$ wobei f eine mittlere Gurtquerschnittsfläche bezeichnet, ein und setzt zugleich $f = \frac{M}{K\,h}$ wobei M das mittlere von der Belastung herrührende Moment, K die zulässige Beanspruchung des Materials bezeichnet, so wird:

$$\frac{M_t}{M} = \frac{3}{4} \frac{\alpha\,\Delta t\,E}{K}$$

für $\alpha = 0{\cdot}0000118$, E = 2,000.000 Kilogramm pro Quadratcentimeter, K = 700 Kilogramm pro Quadratcentimeter erhält man

$$\frac{M_t}{M} = 0{\cdot}025\ \Delta t.$$

In ganz ähnlicher Weise erhält man für einen continuirlichen Träger von drei oder vier gleichlangen Feldern für das angegebene Verhältniss $0{\cdot}0204\ \Delta t$, $0{\cdot}0217\ \Delta t$.

Wir sehen daraus, dass bereits eine Temperaturdifferenz von nur einem Grad Celsius den auftretenden Werth des Stützenmomentes auf $2^1/_2$ Procent des mittleren Momentes zu bringen vermag, mithin die factische Beanspruchung daselbst in derselben Weise alterirt.

Nach Mittheilungen Bender's hat man Temperaturdifferenzen bis 19 Grad Celsius zwischen Ober- und Untergurt beobachtet, so z. B. an der Victoria-Brücke. Leider fehlen Angaben über diesbezügliche Versuche in Deutschland.

Nach dem Vorangeschickten scheint der Einfluss derartiger Erwärmung jedenfalls ein sehr bedeutender und der vollsten Beachtung werth. Durch sie erklärt sich wohl auch das Schlaffwerden mancher Diagonalen, da die Beanspruchung des Gitterwerkes an gewissen Stellen gerade in die entgegengesetzte verwandelt werden kann.

Die anderen Einwürfe, welche Bender gegen die Anwendung continuirlicher Träger erhebt, sind zu bekannt, als dass wir hier näher darauf eingehen sollten. Nur eines Umstandes wollen wir noch Erwähnung thun. Man hat die häufige Ausführung conti-

nuirlicher Träger hauptsächlich mit dem Hinweise auf die Materialersparniss, welche sich zu ihrem Gunsten bei einem Vergleiche derselben mit einfachen Trägern von gleicher Höhe ergibt, zu begründen gesucht. Diese Material-Ersparniss wird aber, wenn man einen Vergleich der beiden genannten Trägerformen hinsichtlich der Materialmenge nicht auf Grundlage gleicher, sondern der für die betreffende Form günstigsten Trägerhöhe durchführt, wesentlich geringer sich ergeben. Behält man für den continuirlichen Träger etwa $^1/_{10}$ der Spannweite als Höhe bei, ein Verhältniss, das für denselben nahezu als das günstigste erscheint, so muss man andererseits dies Verhältniss beim einfachen Träger, wie es auch thatsächlich in den Vereinigten Staaten geschieht, grösser annehmen. Jene Materialmenge nun, die sich für den einfachen ergibt, steht hinter der entsprechenden eines continuirlichen Trägers, wieder von günstigster Höhe, nicht so bedeutend zurück. Durch die Anwendung der ermittelten grösseren Höhe eines einfachen Trägers wird noch ein anderer Umstand, der zu Gunsten der Continuität geltend gemacht wurde, nämlich der einer geringeren Durchbiegung reducirt, da auch er auf der Voraussetzung gleicher Höhe für beide Trägerformen basirt, die Durchbiegung aber bei grösserer Höhe sich vermindert.

Inwiefern aber auch der Vortheil leichterer Montirung durch Hinüberschieben, welcher in manchen Fällen allein Beweggrund genug, um die Anwendung continuirlicher Träger zu rechtfertigen sein mag, mit einfachen statisch bestimmten Systemen zu erreichen ist, zeigt die im Capitel über Viaducte näher beschriebene Kentucky River-Brücke, bei der mit grossem Erfolge der in Deutschland als Gerbers System bekannte continuirliche Gelenkträger zur Anwendung kam. Baut man denselben für die Montirung als continuirlich so bietet er die Möglichkeit des Hinüberschiebens eventuell des Vorbaues ohne Gerüst, für den definitiven Bestand hat man nach erfolgter Aufstellung nur die Continuität der Gurte an den bestimmten Stellen zu unterbrechen und den Zusammenhang durch eine gelenkförmige Verbindung zu ersetzen, wodurch man ein System schafft, das unabhängig von der Höhenlage der Stützen und anderen Nachtheilen hinsichtlich des Materialaufwandes, wie schon Winkler gezeigt, dem continuirlichen Träger keineswegs nachsteht.

STEINBRÜCKEN.

STEINBRÜCKEN

Die Vereinigten Staaten sind nicht reich an Bauten dieser Art, welche in neuerer Zeit durch die Anwendung des Eisens vollständig in den Hintergrund gedrängt wurden. Dass in Folge dieses Umstandes die Vertretung dieses Bauzweiges auf der Ausstellung eine kaum nennenswerthe war, erscheint erklärlich.

Wir erwähnen hier nur die im Expositionsraume der Society of Civil Engineers ausgehängten Pläne der von A. Snyder 1853 erbauten, steinernen, schiefen Falls Bridge, die insoferne nicht interesselos erschienen, als sie das auch drüben übliche Bestreben zeigten, durch Anordnung normaler Tonnen die Schwierigkeit des Steinschnittes für schiefe Gewölbe zu umgehen, ein Princip, welches auch bei uns vielfach durchgeführt worden ist.

Die vornehmste Rolle spielen die steinernen Brücken bei Wasserleitungen und Canälen. Zu dieser Kategorie zählen:

Der Aquäduct der Kroton-Wasserleitung zu Sing-Sing, New-York, welcher einen 26·8 Meter weit gespannten Bogen besitzt und schon 1839 erbaut wurde. Die Dichtung ist durch eine Verkleidung der Innenwände mit Gusseisen bewirkt.

Die Hohe Brücke (high-bridge), welche dieselbe Wasserleitung 34·8 Meter über dem Hochwasser nächst Harlem auf eine Länge von 457 Meter zwischen den Endwiderlagern mittelst 15 vollen Bogen von 24·4 Meter und 7 Bogen von 15·25 Meter über die Fluthen eines Nebenarmes des Hudson führt. Die Bogen und Pfeiler sind in edlen Formen gehalten und zeigen reine Verhältnisse. Das Bauwerk selbst bildet eine der Zierden der Umgebung New-Yorks.

Den Delaware-Canal nimmt nächst Lackawaxen (New-York) ein gemauerter Aquäduct auf. Ein Analogon dieses Baues bildet die Steinbrücke über den Seneca, welche den Erie-Canal zu Richmond in sich schliesst.

Eine der bedeutendsten Spannweiten, 67·1 Meter, besitzt der 1859 von Rives erbaute Potomac-Aquäduct über den gleichnamigen Fluss.

Kleine Strassenbrücken befinden sich mehrere in der Nähe Philadelphias.

Häufiger finden sich Steinbrücken als Anschlüsse bei bedeutenderen eisernen Brücken, so z. B. auf der westlichen Seite der berühmten Bogenbrücke über den Mississippi zu St. Louis, wo die Communication über den Strom als opulenter, gewölbter Viaduct über die breite Werft der Stadt fortgesetzt erscheint.

Aehnliches, wenn auch in kleinerem Massstabe, ist der Fall bei der Chestnut-Brücke, einer gusseisernen Bogenbrücke, über den Shuylkill in Philadelphia, bei der Eisenbahnbrücke im Fairmountpark, sowie bei mehreren anderen Brücken.

Eine weitere, im Jahre 1875 erbaute Steinconstruction ist die in New-York an der nördlichen Flussseite gelegene Quaibrücke von 150 Meter Länge.

Sie hat eine Breite von 24·4 Meter und besteht aus 20 Halbkreisbogen von je 6·1 Meter Spannweite, deren Anlauf 0·9 Meter unter dem Ebbewasserstand liegt.

Mit Ausnahme der Stirnflächen der Bogen, welche mit Granitquadern verkleidet sind, ist das Bauwerk vollständig in Beton hergestellt.

An den Eisenbahnlinien finden wir Steinconstructionen nur für kleine Objecte in Anwendung gebracht. Die wenigen Fälle des Gegentheils, wie der Conemaugh-Viaduct nächst der Station Conemaugh der Pennsylvania Railroad, die Falls-Brücke über den Shuylkill in Philadelphia, welche in 5 Bogen den genannten Fluss überspannt, u. a., sind als Ausnahmen zu betrachten.

Es ist nicht ohne Interesse, die Bedingungen kennen zu lernen, die bei Bahnen hinsichtlich der Durchführung des Mauerwerkes üblich sind. Wir lassen daher die diesbezüglichen Stellen aus dem bereits früher bezogenen Bedingnisshefte der Cincinnati Southern Railway folgen:

Mauerwerk erster Classe. Die Höhe der einzelnen Steinschaaren in den Widerlägern und Pfeilern soll nicht geringer als 10 Zoll (25·4 Centimeter) und nicht grösser als 30 Zoll (76·2 Centimeter) sein und von unten nach oben abnehmen. Die Läufer sollen nicht unter $2^1/_2$ Fuss (0·76 Meter) und nicht über

6 Fuss (1·82 Meter) lang sein, und nicht weniger als $1^1/_2$ Fuss (0·46 Meter) oder mindestens $1^1/_4$ Fuss (0·38 Meter) der Höhe als Breite haben. Binder dürfen, wo die Dicke der Mauer dies zulässt, nicht unter $3^1/_2$ Fuss (1·07 Meter) und nicht über $4^1/_2$ Fuss (1·37 Meter) lang sein, ihre Breite soll nicht unter $1^1/_2$ Fuss (0·46 Meter) oder nicht geringer als ihre Höhe werden. Die Stossfugen sollen um mindestens 12 Zoll (30·5 Centimeter) versetzt werden. Die einzelnen Steinschaaren müssen durch das ganze Mauerwerk zusammenhängend durchgehen. Jeder Stein ist auf sein natürliches Lager zu legen; für alle Steine der Widerlager, Pfeiler und Flügelmauern müssen die Lager gut behauen und parallel sein; die Lager sind so gross zu machen, als der Stein es zulässt. Die verticalen Stossfugen sollen mindestens noch 8 Zoll (20·3 Centimeter) von der Stirn in die Mauer hineinreichen. Die Fugen sollen nicht über $^1/_2$ Zoll (1·27 Centimeter) dick sein. Der zweite oder dritte Stein in jeder Schaar hat ein Binder zu sein; diese sollen zusammen $^1/_4$ bis $^1/_3$ der behauenen Steine ausmachen. Das ganze Mauerwerk muss in reichlichen, guten Cementmörtel gelegt werden. Die Hintermauerung hat aus Steinen von passender Grösse und Form mit Fugenwechsel und durchaus gutem Verband zu bestehen, die Zwischenräume sollen 6 Zoll (15·2 Centimeter) nicht überschreiten und gut mit kleinen, in Cement gelegten Steinstücken ausgefüllt werden. Nachdem eine Schaar versetzt ist, darf daran nicht mehr gehämmert werden; vorkommende Unregelmässigkeiten müssen sorgfältig abgespitzt werden. Die Stirn des Mauerwerks erhält rauhe Bossen mit einem Schlag an den Kanten (rock-work with drafts on the corners); jedoch dürfen die Vorsprünge vor der Mauerflucht 4 Zoll (10·2 Centimeter) (in Tunnels 2 Zoll [5·1 Centimeter]) nicht überschreiten. Die Auflager bei Brücken und die Abdeckungen der Pfeiler, Widerlager und Flügelmauern sollen eine mindestens 10 Zoll (25·4 Centimeter) starke Deckschichte erhalten, welche in den Längs- und Querstossfugen wohl verbunden, in der auf die richtige Höhe gebrachten Oberfläche gut bearbeitet werden soll und 6 Zoll (15·2 Centimeter) oder mehr, je nach Anordnung des Ingenieurs, vorzutreten hat. Die Fundamentschichten müssen aus grossen, flachen Steinen hergestellt werden. Bei eisernen Brücken oder Viaducten müssen die Fussquadern von jener Grösse, Gestalt und Qualität sein, wie sie der betreffende Ingenieur vorschreibt.

Mauerwerk zweiter Classe. Dieses hat aus lagerhaftem Bruchsteinmauerwerk von besserer Beschaffenheit zu bestehen, mit Steinen nicht unter 8 Zoll (20·3 Centimeter) in der Höhe, wenn es durch den Ingenieur nicht anders angeordnet wird, dieselben sollen so gut, als es ohne eigentliches Behauen möglich ist, regelmässig begrenzt und geebnet werden und sind nach Anordnung trocken oder flüssig in Cementmörtel zu legen. Das Mauerwerk soll an der Stirnseite horizontale Lager- und verticale Stossfugen zeigen. Wenigstens $^1/_4$ der sichtbaren Steine sollen Binder sein, welche möglichst gleichförmig über die Mauer zu vertheilen sind. Keine Fuge darf über $^3/_4$ Zoll (1·9 Centimeter) dick sein. Die Hintermauerung soll gute Lage, solide Verbindung und Steine von entsprechender Qualität und Grösse haben. Die Ecksteine erhalten behauene Lager- und Stossflächen und bearbeitete Kanten. Die Abdeckung der Mauern hat mit ausgesuchten, vom Ingenieur als tauglich erklärten Steinen zu geschehen. Die Auflagssteine, auf welchen der Ueberbau ruht, sind durch Bearbeitung auf die richtige Höhe zu bringen.

Gewölbs-Mauerwerk erster Classe. Dieses ist nach den Bestimmungen für das Mauerwerk I. Classe auszuführen mit Ausnahme der Gewölbsstirn und der Wölbsteine (arch sheeting and ring stones). Letztere sollen nach Angabe des Ingenieurs behauen werden und an der Leibung des Gewölbes nicht unter 10 Zoll (25·4 Centimeter) Dicke haben. Sie sollen $^3/_8$ Zoll (0·96 Centimeter) dicke Fugen erhalten und ihre Länge nicht gleich der festgesetzten Gewölbsstärke sein, die Fugen sollen rechtwinklig zur Leibung und die Steine an der Gewölbsstirne so bearbeitet sein, um die reine Bogenlinie erscheinen zu lassen (?) (to make a close joint centering). Die Wölbsteine sollen ihre Stossfugen nicht weniger als 1 Fuss (0·30 Meter) versetzt haben. Die Flügelmauern sollen mit ausgesuchten Steinen in ihrer vollen Breite sauber abgetreppt sein, wobei jeder Deckstein durch den nächst oberen um nicht weniger als 1 Fuss 6 Zoll (0·46 Meter) überdeckt werden darf.

Die Parapete haben eine Deckschaar in der vollen Breite derselben, welche 6 Zoll (15·2 Centimeter) vorspringt, zu erhalten. Die Steine derselben dürfen nicht über 10 Zoll (25·4 Centimeter) Dicke besitzen.

Gewölbsmauerwerk zweiter Classe soll ebenso wie das Mauerwerk zweiter Classe ausgeführt werden mit Ausnahme der Gewölbsstirnen, für welche passende Steine auszusuchen sind, welche durchaus eine gute Tragkraft zeigen, entsprechend begrenzt und von der vollen Stärke des Gewölbes sind. Kein Stein soll an der Leibung unter 4 Zoll (10·2 Centimeter) Dicke haben. Wölbsteine für alle Bögen über 8 Fuss (2·44 Meter) Spannweite müssen so bearbeitet werden, wie dies die Bedingungen für Gewölbsmauerwerk I. Classe vorschreiben.

Trockenmauerwerk für Deckschleussen hat aus gut und rechtwinklig gestalteten Steinen von einer Grösse und Beschaffenheit, welche der Ingenieur als tauglich bezeichnet, in einer für ihn befriedigenden Weise hergestellt zu werden. 4 Fuss (1·22 Meter) von den Enden sollen die Steine in guten Cementmörtel gelegt werden.

Mörtelmauerwerk für Deckschleussen. Dasselbe soll aus ausgewählten Steinen von guter Beschaffenheit, in flüssigen, guten Cementmörtel gelegt, zur Befriedigung des Ingenieurs hergestellt werden. Die Deckplatten für alle Deckschleussen sollen nicht weniger als 10 Zoll (25·4 Centimeter) Dicke haben und nicht weniger als 15 Zoll (38·1 Centimeter) auf den Mauern aufruhen.

HOLZBRÜCKEN

und

COMBINIRTE SYSTEME.

HOLZBRUCKEN.

Nordamerika, von vielen Strömen durchzogen, bedeckt mit weit ausgedehnten Waldungen, angewiesen, weite und rasche Verbindungen mit möglichst einfachen Mitteln herzustellen, wurde zur Wiege einer Reihe von Systemen hölzerner Brücken, die gestatteten, grosse Spannweiten gefahrlos und billig zu übersetzen, und sich bald zu Mustern vieler ähnlicher Constructionen heranbildeten.

Das Bogenhängewerkssystem, durch Burr verbessert, Town's Lattenbrücken, Long's Träger, vor Allem aber das Howe-System kamen vielfach zur Anwendung und erregten die Aufmerksamkeit der Fachmänner. In neuerer Zeit sind Pratt, Post, Murphy, Whipple und Andere als Schöpfer weiterer Systeme, die ebenfalls theilweise in Holz ausgeführt wurden, hinzugetreten.

Die Ausstellung der Society of Civil Engineers wies in dieser Hinsicht manche bemerkenswerthe ältere Bauwerke auf, die, namentlich vom historischen Standpunkte aus betrachtet, Interesse erregen mussten. Leider machte der überhaupt in der Exposition dieser Gesellschaft höchst fühlbare Mangel an näheren Erläuterungen der ausgestellten Gegenstände, wie sie bei uns üblich sind, ein eingehendes Studium schwierig.

Durch die Publicationen Ghega's, Culmann's u. A. wurden diese Systeme auch in Europa immer mehr bekannt und fanden bald Nachahmung und Verbesserung, so speciell in Oesterreich durch Pressel, der in seinen Normalien der Südbahn mustergiltige Typen schuf.

Die letzten Jahrzehnte haben nun allerdings, wie überall, so auch in den Vereinigten Staaten das Eisen immer mehr als siegreichen Concurrenten auftreten lassen und die hölzernen Brücken im Allgemeinen, namentlich im Osten, vom Schauplatze verdrängt.

So hat z. B. die Pennsylvania Railroad, welche vor dreissig Jahren bei Beginn ihrer Bahnbauten die Brücken des östlichen Flügels, wenige kleinere Steinobjecte ausgenommen, durchgehends in Holz ausführte, schon in den Jahren 1851—1853 mit der Errichtung eiserner Träger begonnen und später allmälig die grossen Holzconstructionen durch eiserne ersetzt, so dass die Linie Philadelphia-Pittsburg bereits 4867·6 laufende Meter eiserne und nur mehr 1380·7 Meter Holzbrücken, worunter die 1122·3 Meter lange Brücke über den Susquehanna, welche ebenfalls in diesem Jahre (1877) einer Eisenconstruction weichen soll, besitzt.

Ein anderes Beispiel eines in den letzten Jahren erfolgten Ersatzes einer berühmten Holzbrücke nach dem Howe-System von bedeutender Länge (7 Felder à 54 Meter Spannweite) bildet die Erbauung der eisernen Gitterbrücke über den Connecticut zu Springfield, Massachusetts.

Auch die im Jahre 1803 von Wernwag errichtete Holzbrücke über den Delaware bei Trenton, welche aus 5 Feldern, zwei von 62·0, einem von 60·4, einem von 57·7 und einem von 49·1 Meter Spannweite bestand, wurde jüngst durch eine Eisenconstruction abgelöst.

Es war eine hölzerne Bogenbrücke, an deren Hauptträgern die Fahrbahn mittelst eiserner Zugstangen hing, und zählte zu den berühmtesten amerikanischen Constructionen dieser Art.

Im Jahre 1848 wurde die Südseite dieser Brücke für den Locomotivverkehr in Stand gesetzt, indem man einzelne Theile derselben verstärkte und einen neuen Bogenträger einschaltete; 1868 wurden neuerdings 4 Bogen hinzugefügt.

Wir gedenken dieses Falles in ausführlicherer Weise, weil er einen höchst interessanten Beitrag zur Frage der Dauer von solchen Holzconstructionen liefert, bei denen die Auswahl und Verwendung des Materials in entsprechender Weise vorgenommen wird.

Abgesehen von einigen Reparaturen, blieb nämlich der grösste Theil des Holzes, welches schon 1803 an Ort und Stelle gelegen und ausser den Strassen- späterhin auch den Bahnverkehr vermittelt hatte, bis zum Tage, wo die Brücke durch eine andere ersetzt wurde (1874), vollständig intact und zeigte sich bei seiner Auswechslung noch ganz gut erhalten.

Bemerkenswerth ist, dass die Träger durch eine Verschalung vor dem Einflusse der Witterung geschützt waren. Das Material derselben bestand aus Fichtenholz (Yellow pine), doch muss beachtet werden, dass auch die Pechtanne, die wohl dauerhafter ist, in den Vereinigten Staaten hie und da mit oben genannten Worten bezeichnet wird.*)

Dass eine derartige Dauer nicht zu den gewöhnlichen Erfahrungen zählt, beweist der defecte Zustand **), in dem sich manche Howe-Träger von viel geringerem Alter befinden, unter ihnen allerdings Constructionen, die nachträglich von viel schwereren Lasten befahren wurden, als für welche sie ursprünglich bestimmt erschienen.

Trotz der vorerwähnten und wohl vieler anderer Beispiele des Ersatzes hölzerner Brücken ist doch gerade die Aera dieser Bauten in dem von uns betrachteten Lande, wo auf rasche und wohlfeile Herstellung das meiste Gewicht gelegt wird, wo das Holz in vielen Gegenden noch immer leicht zu beschaffen ist, so namentlich im Westen, und vielfach in jenen Fällen, wo grosse Aufdämmungen nur mit bedeutendem Geld- und Zeitaufwande sich erbauen liessen, keineswegs eine überwundene. So lag speciell uns Besuchern der Ausstellung in Philadelphia als sprechendes Exempel die Marketstreet-Brücke über den Shuylkill vor, über welche ein grosser Theil der Menschenmasse wallte, die von der inneren Stadt am linken Ufer dieses Flusses nach dem prächtigen Schauspiele im Fairmountparke zog. Dieses Bauwerk wurde erst in jüngster Zeit (1875) neuerdings in Holz hergestellt, nachdem die um Beginn unseres Jahrhunderts erbaute, 1850 reconstruirte Brücke, dreissig Minuten nach dem Ausbruche eines verheerenden Feuers vollständig zerstört worden war.

Die alte Brücke besass drei Felder von 45·7, 59·1 und 45·7 Meter Spannweite, die mit Burr'schen, durch Bogen versteiften Trägern überbrückt waren. Die neue Holzconstruction besitzt ebenfalls drei Felder, die von je drei 7·9 Meter hohen Trägern überspannt werden. Die beiden äusseren sind einfache Howe-

---

*) Siehe den Seite 62 in der Anmerkung citirten Aufsatz.

**) Man sehe z. B. den Bericht H. L. G. Delans, des Inspectors des Staates Ohio, vom 20. Dec. 1876, publicirt in den „Engineering News" 1877.

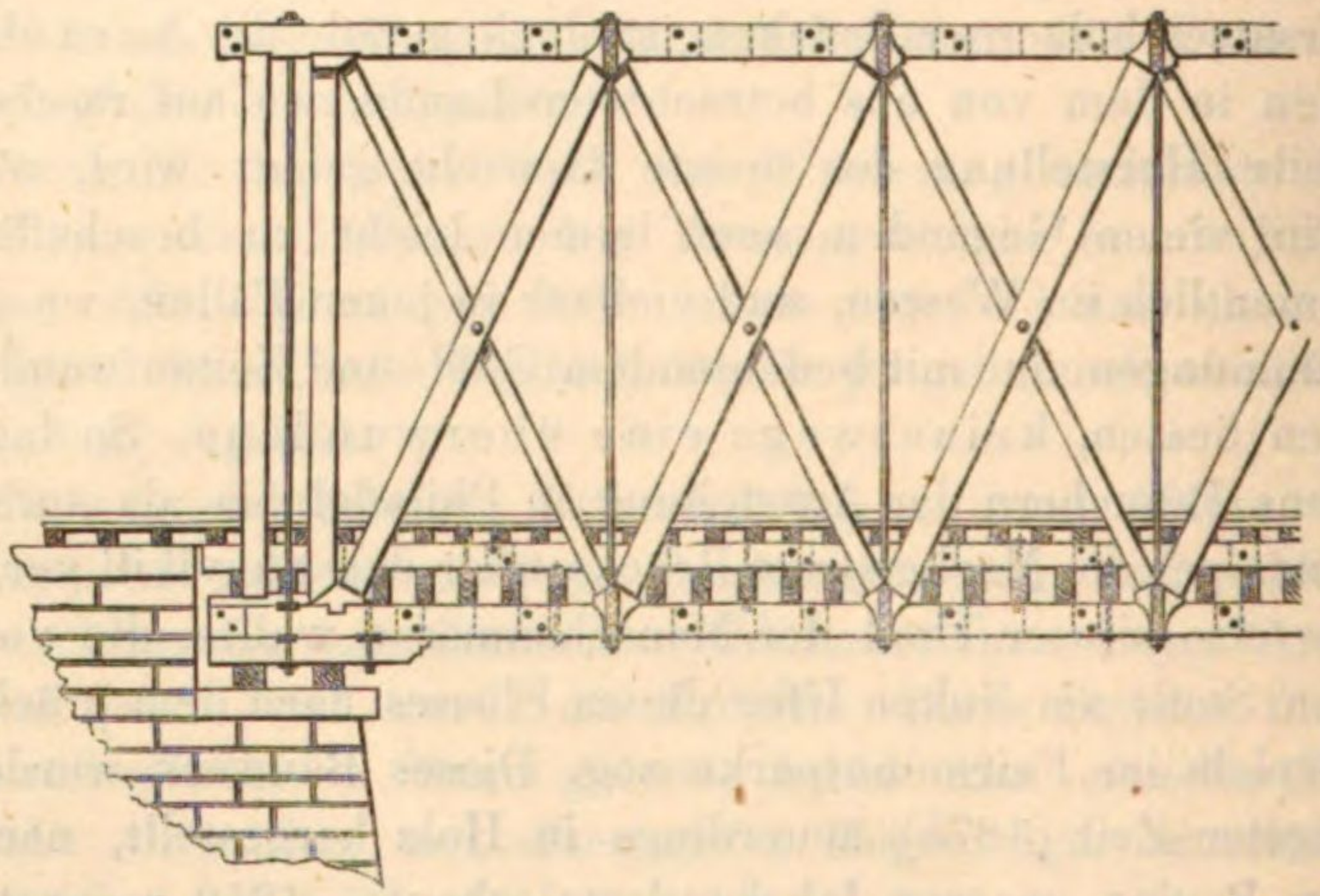
Träger, die mittlere Tragwand, ebenfalls nach dem Howe-System erbaut, ist durch einen Holzbogen verstärkt.

Die eine der hiedurch geschaffenen, 11 Meter breiten Bahnen dient dem Strassen-, die andere dem Eisenbahnverkehre. Die beiden 4 Meter breiten Fusswege sind ausserhalb der Hauptträger angebracht.

Die Pfeiler bestehen aus Stein und sind auf Felsen fundirt.

Die Baugeschichte dieses Werkes liefert eines der interessantesten Beispiele rascher Herstellung, da in einem Zeitraume von 21 Tagen die durch das Elementarereigniss zerstörte Communication bereits durch die neue Brücke vermittelt wurde.

Fig. 1.



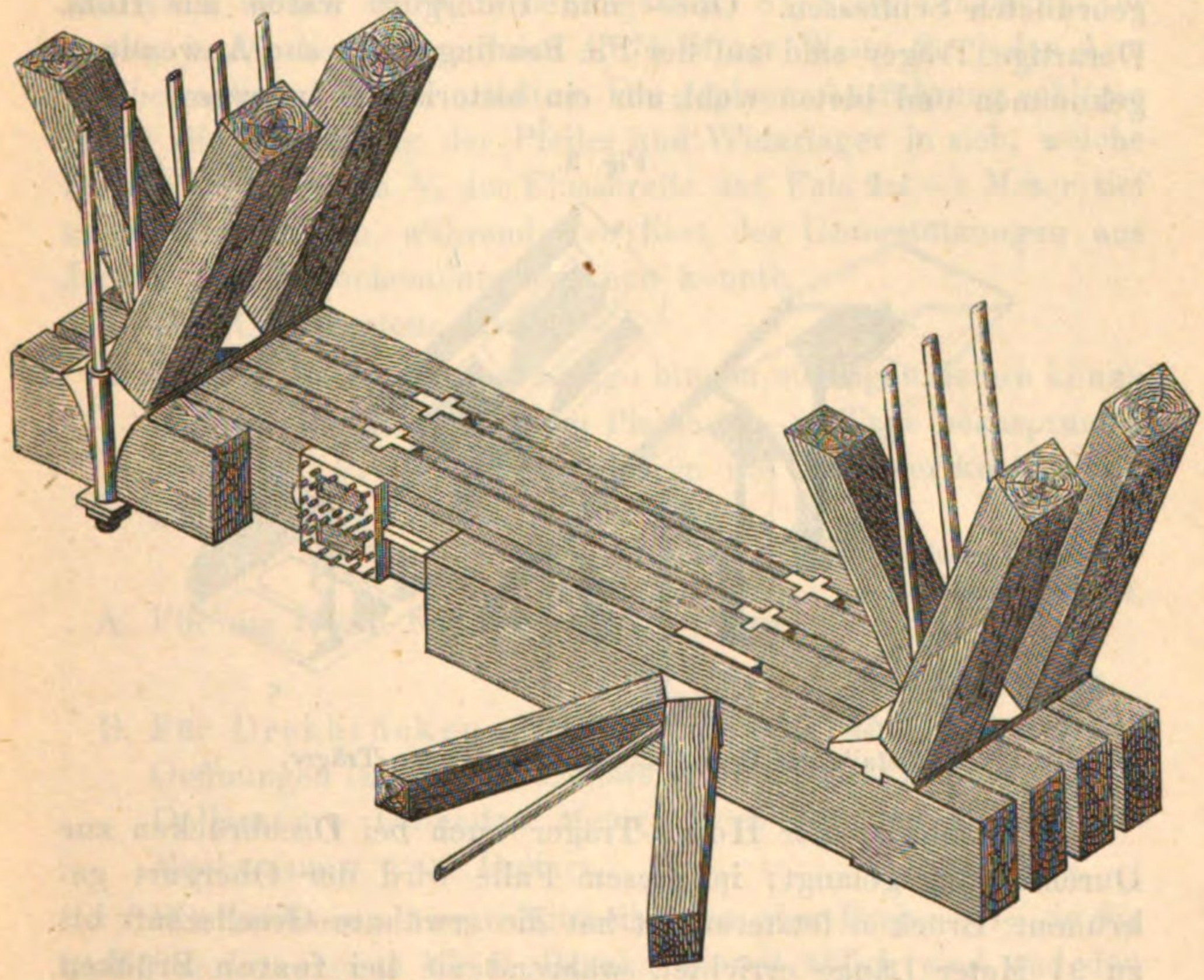
Howe-Träger der American Bridge Co.

Wie umfangreich, in gewisser Beziehung, noch immer die Bauthätigkeit auf diesem Gebiete sich zeigt, beweist die Keystone Bridge Comp., deren in Pittsburgh befindliche Werke, obwohl in erster Linie mit dem Baue eiserner Brücken sich beschäftigend, in den Jahren 1865—1873 nicht weniger als 143 hölzerne Brücken, von zusammen circa 14·5 Kilometer Spannweite, für verschiedene Bahnen erbaut haben, worunter als grösste Spannweiten die Kansas City-Brücke mit 75·6 Meter, die Saw Mill run Bridge der Pittsburgh Cincinnati und St. Louis Railway mit 71·32 Meter, die Brücke Nr. 2 der Williamsport und Elmira

Railroad mit 69·5 Meter, die Oil City-Brücke der Alleghenny Walley Railroad mit 63·3 und 66·6 Meter, die 16 Felder der Dauphin-Brücke der Northern Central Railway mit je 64 Meter figuriren.

Wir bringen als Beispiel den Typus einer hölzernen Brücke, wie er derzeit bei der American Bridge Co. zur Durchführung kommt. Genannte Compagnie hat für die Holzbrücken ausschliess-

Fig. 2.



Detail eines Howe-Trägers der American Bridge Co.

lich das Howe-System adoptirt, insoferne sie nicht zu combinirten, später zu beschreibenden Constructionen greift.

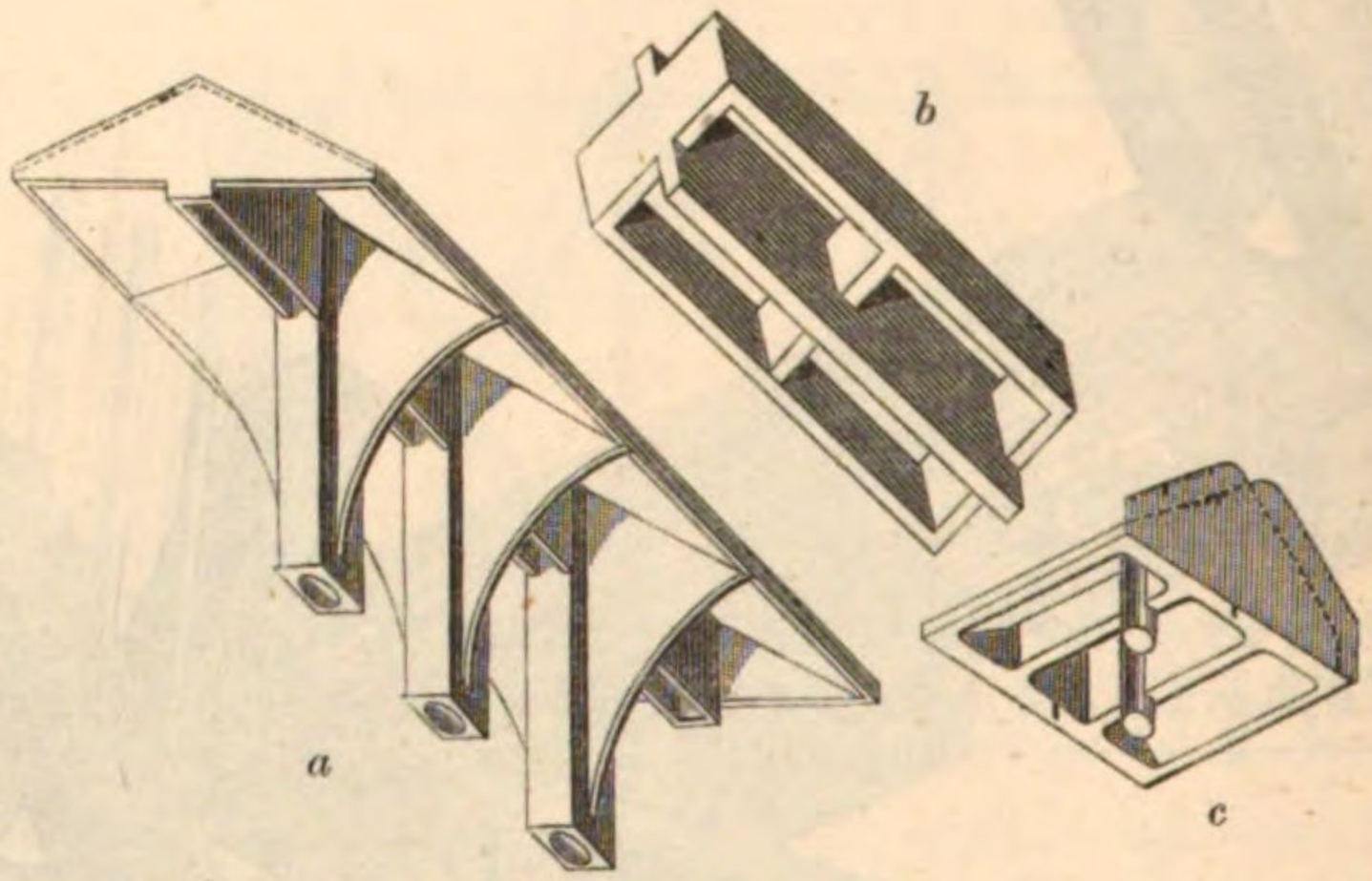
Fig. 1 zeigt eine Skizze der gewöhnlichen Anordnung, welche wir einer schönen, 1877 erschienenen Sammlung, die neuesten Constructionen genannter Gesellschaft zeigend, entnehmen.

An den Stössen in den Gurten werden gusseiserne oder hölzerne Laschen (packing blocks) angebracht (Fig. 2 und 3 *a, b, c*).

Die Detaildurchbildung hat innerhalb der letzten Jahre wesentliche Aenderungen erfahren.

Eine in der Ausstellung vorliegende Construction, den Namen Foreman Trusses führend, findet wohl auch hier seine Einreihung. Sie bestand aus einem ziemlich unverständlich angeordneten System von zum Theil unter 45 Grad, zum Theil unter steilerem Winkel liegenden, aus Holz construirten Streben, und unter entgegengesetzten, theils unter 45 Grad, theils steiler angeordneten Schliessen. Ober- und Untergurt waren aus Holz. Derartige Träger sind auf der Ph. Reading R. R. zur Anwendung gekommen und bieten wohl nur ein historisches Interesse.

Fig. 3.



Details der Gussstücke für den Howe-Träger.

Vielfach ist der Howe-Träger auch bei Drehbrücken zur Durchführung gelangt; in diesem Falle wird der Obergurt gekrümmt. Brücken letzterer Art hat die erwähnte Gesellschaft bis zu 91 Meter Länge errichtet, während sie bei festen Brücken bis zu 79 Meter Spannweite gegangen ist.

Besonders zahlreich sind die Howe-Träger an der Pacificbahn zur Anwendung gekommen. Die Linie zwischen Omaha und Ogden weist allein 41 nach dem genannten System erbaute Brücken von 3078 Meter Totallänge auf.

Ueber eine derselben erzählt uns Malecieux in seinem bekannten Berichte über die öffentlichen Bauten der Vereinigten Staaten. Es möge gestattet sein, die diesbezügliche Notiz, welche

ein interessantes Streiflicht auf die Verwendung des Holzes zu derartigen Bauten wirft, hier zu citiren:

„Im December 1866 beschäftigte sich die Gesellschaft, welche die Concession für die genannte Linie erhalten hatte, mit der Frage der Ueberbrückung des Missouri bei Omaha und stellte deshalb an L. B. Boomer in Chicago die Frage, in welcher Zeit und um welchen Preis er im Stande wäre, den Bau mittelst Howe-Trägern von 600 Meter Gesammtlänge durchzuführen. Dieselben sollten 45·75, beziehungsweise 61 Meter Tragweite der festen, je 30, beziehungsweise 45·75 Meter Weite für jeden Arm der beweglichen Felder erhalten. Die geplante Ausführung schlösse ferner die Herstellung der Pfeiler und Widerlager in sich, welche für die Hälfte bis zu $^2/_3$ der Flussbreite auf Fels 2·4—3 Meter tief zu fundiren wären, während der Rest der Unterstützungen aus Jochen und Enrochements bestehen könnte.

Der Constructeur erwiderte:

1. Dass er die Brücke in Chicago binnen 80 Tagen liefern könne und für die Montirung am Platze 60—80 Tage beanspruche.
2. Dass die Preise, ausgeschlossen die Transportkosten von Chicago nach Omaha, seien:

	Oeffnung		Preis in Dollars	
	Fuss engl.	Meter	pr. lfd. Fuss	pr. lfd. M.
A. Für die festen Felder	150	45·75	44	146
	200	61	56·25	188

B. Für Drehbrücken, welche beiderseits 45·7 Meter breite Oeffnungen lassen, 100 Dollars pro laufenden Fuss, oder 325 Dollars pro laufenden Meter, hiezu für den Bewegungs-Mechanismus 6500 Dollars."

Wir schliessen hieran Mittheilungen über Preise, wie sie für häufig vorkommende kleine Brücke derzeit üblich sind und den Contractabschlüssen der Cincinnati Railway zu Grunde lagen.

Als übliches Holzmass in den Vereinigten Staaten gilt der Fuss board measure. Er bezeichnet den Inhalt eines Prismas von 1 Fuss Länge, 1 Fuss Breite und 1 Zoll Höhe. Die Abschlüsse erfolgen pro tausend Fuss board measure, eine Grösse, die hiemit ungefähr 2·36 Cubikmetern gleichkommt.

Nachstehende Tabellen zeigen die hienach auf Metermass umgerechneten Werthe.

Contractlich vergebene Holzbrücken im Zuge der Cincinnati Railway.

Bezeichnung des Bauwerkes	Ort		System	Anzahl der Spann-weiten	Länge in Meter	Cubik-meter Holz	Tonnen à 1000 Kilogr. Eisen	Preis pro Cubik-meter Holz in Dollars	Preis pro Zollctr. Eisen in Dollars	Cubikmet. Mauer-werk	Name des Contractors
	Sect.	Div.									
Cynthiana Pike . . .	56	B	Balktrg. B. u.	1	11·5	33·0	1·49	16.96	11.0	459·46	Moran & Kirwin.
Offener Durchlass . . .	63	B	—	1	3·4	2·7	0·12	16.96	11.0	16·81	Hauley & Ryan.
Middle Fork of Dry Run	65	B	Balktrg. B. u.	1	14·6	28·2	1·95	41.0 *)	—	204 88	Americ. Bridge Co.
West Fork	66	B	„	1	11·5	29·4	1·49	39.0 *)	—	178·89	„
Dry Run	66	B	Howetrg. B. u.	1	21·6	65·0	7·43	71.8 *)	—	265·22	„
Paris Pike	69	B	Balktrg. B. u.	1	14·6	37·6	1·78	16.96	11.0	308·08	Moran & Kirwin.
Cattle Pass	70	B	—	1	4·6	3·7	0·22	19.07	11.0	121·55	H. L. Rengan & Co.
Dry Fork of Cane Run .	72	B	Balktrg. B. o.	1	14·6	50·6	3·39	19.07	11.0	522·15	„
Sandersville Pike . . .	77	B	—	1	6·1	8·0	0·44	14.83	9.9	185·77	Bowe O'Neil & Vail.
Jessamine Creek . . .	14	C	Howetrg. B. o.	1	20·4	—	—	68.9	—	172·01	Americ. Bridge Co.
Harris Creek	43	D	„	1	18·6	—	—	67.3	—	1104·18	„
Offener Durchlass . . .	86	E	—	1	3·0	2·8	0·09	14.83	11.0	191·12	Reid & Flannery.
„ „ . . .	97	E	—	1	3·0	2·8	0·09	13.55	9.4	366·69	E. Cummings.
„ „ . . .	100	E	—	1	3·0	2·8	0·09	14.83	11.0	16·34	Reid & Flannery.
„ „ . . .	115	E	—	1	3·0	2·8	0·09	15.68	7.7	29·05	J. L. Offutt.
„ „ . . .	119	E	—	1	3·0	2·8	0·09	15.68	7.7	25·99	„
Branch of Roaring Paunch	120	F	Balktrg. B. o.	1	14·6	50·6	3·39	19.07	12.1	420·47	W. H. Cox.
Pine Creek	128	F	Balktrg. B. u.	1	14·6	38·2	1·95	14.83	9.9	202·59	Kerr & Scott.
Nigs Creek	130	F	„	1	14·6	55·8	3·53	14.83	13.2	926·57	Thom. Lucas & Co.

*) Diese Preise beziehen sich auf den laufenden Meter der Brücke.

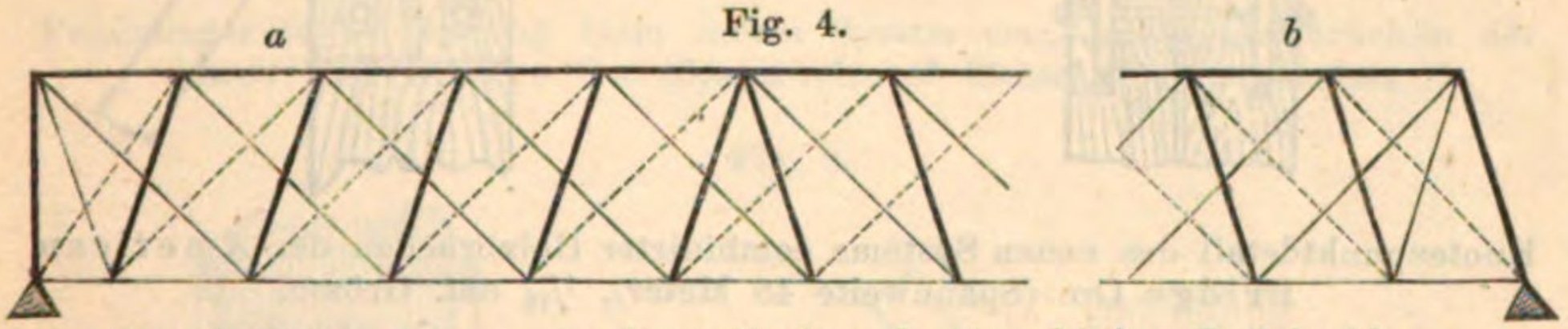
COMBINIRTE SYSTEME.

Die Verschiedenheit des Elasticitäts-Moduls sowohl, als das ungleiche Verhalten bei Temperatur-Aenderungen, durch welche Kräfte in die Construction kommen, die sich nur schwer in exacter Weise durch Rechnung feststellen lassen, haben Systeme, bei denen Holz mit Eisen, letzteres für die gedrückten, ersteres für die gezogenen Theile zur Anwendung gelangt, einigermassen in Misscredit gebracht.

Diesen Uebelständen lässt sich durch Anwendung statisch bestimmter einfacher Systeme und gelenkförmige Durchführung der Knotenverbindung allerdings steuern.

Die Chicago Bridge Comp. hat noch in den jüngsten Jahren mehrere Kilometer Eisenbahnbrücken nach Post's System, das zu den combinirten Systemen sich einreiht, erbaut, welche, wie sie erklärt, zur allgemeinen Befriedigung ausgefallen.

Fig. 4.



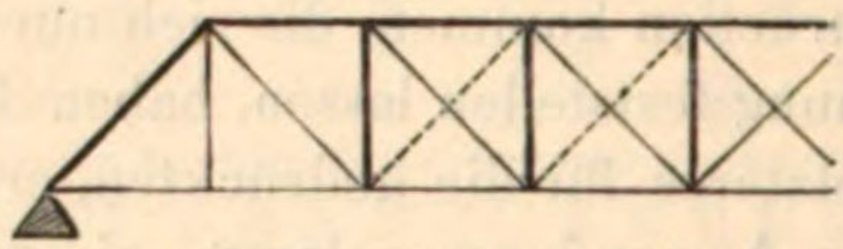
Post's Trägersystem. *a* mit verticalem, *b* mit schiefem Endabschluss.

Dieses Herrn S. S. Post, dem verstorbenen Oberingenieur der Erie Railway patentirte, von ihm erfundene System, welches ausser von der genannten hauptsächlich noch von der Watson Manufacturing Co., von letzterer jedoch meist in Eisen allein, zur Durchführung kommt, besteht aus einem Gitterträger, dessen Druckstreben weder vertical noch unter 45 Grad, sondern unter einen derart bemessenen Winkel gestellt sind, dass ihre Ausladung der halben Länge eines Feldes gleichkommt. Diese schiefe Stellung bedingt eine kleine Material-Ersparniss, da der Winkel sich der günstigsten Neigung für die Streben mehr nähert als die Verticale.

Je nachdem das System als zwei-, drei- oder vierfaches durchgeführt wird, erhält der Träger eine Höhe von $1^1/_2$, $2^1/_2$, $3^1/_2$ Felderlängen und werden die Zugbänder stets unter 45 Grad gestellt. Hienach beträgt die Neigung der Streben gegen die Verticale beim zwei-, drei-, vierfachen Systeme 1:3, 1:5, 1:7.

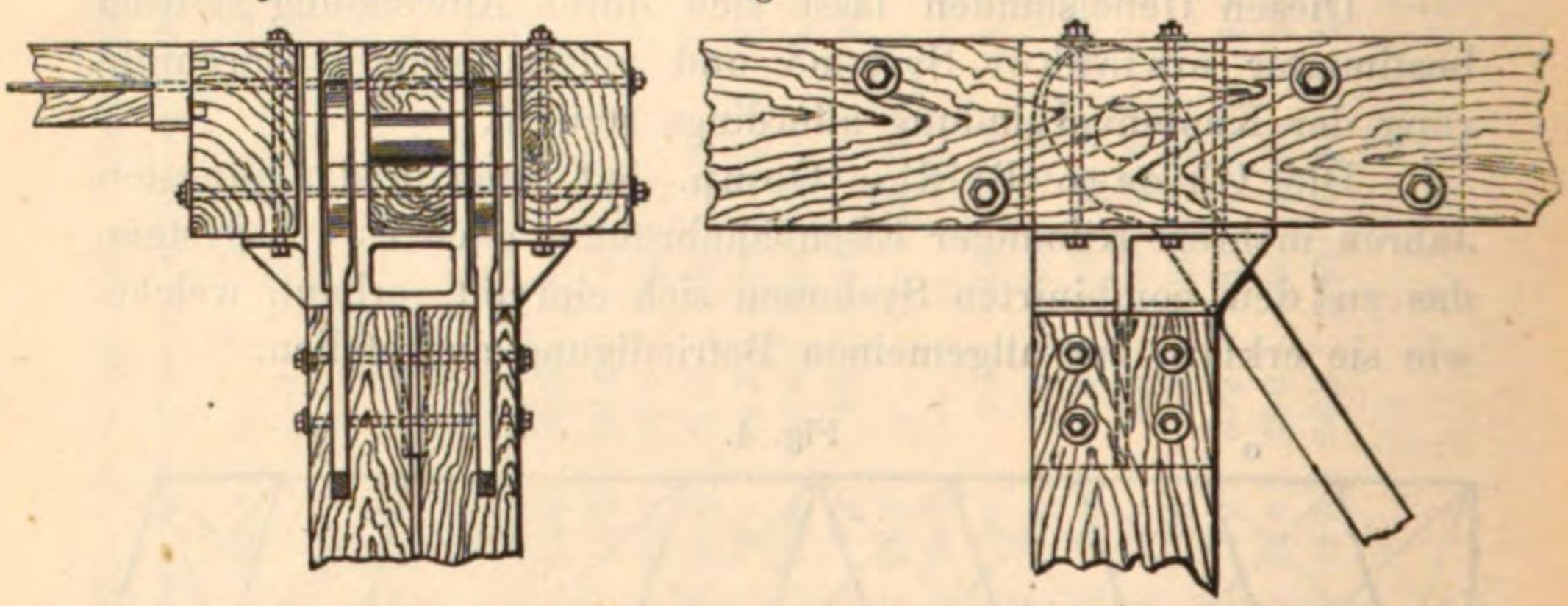
Fig. 4 *a* zeigt das Schema einer zweitheiligen Anordnung. Der Abschluss wird meist als verticaler, abweichend von der sonst üblichen Construction bei anderen Systemen, durchgeführt.

Fig. 5.



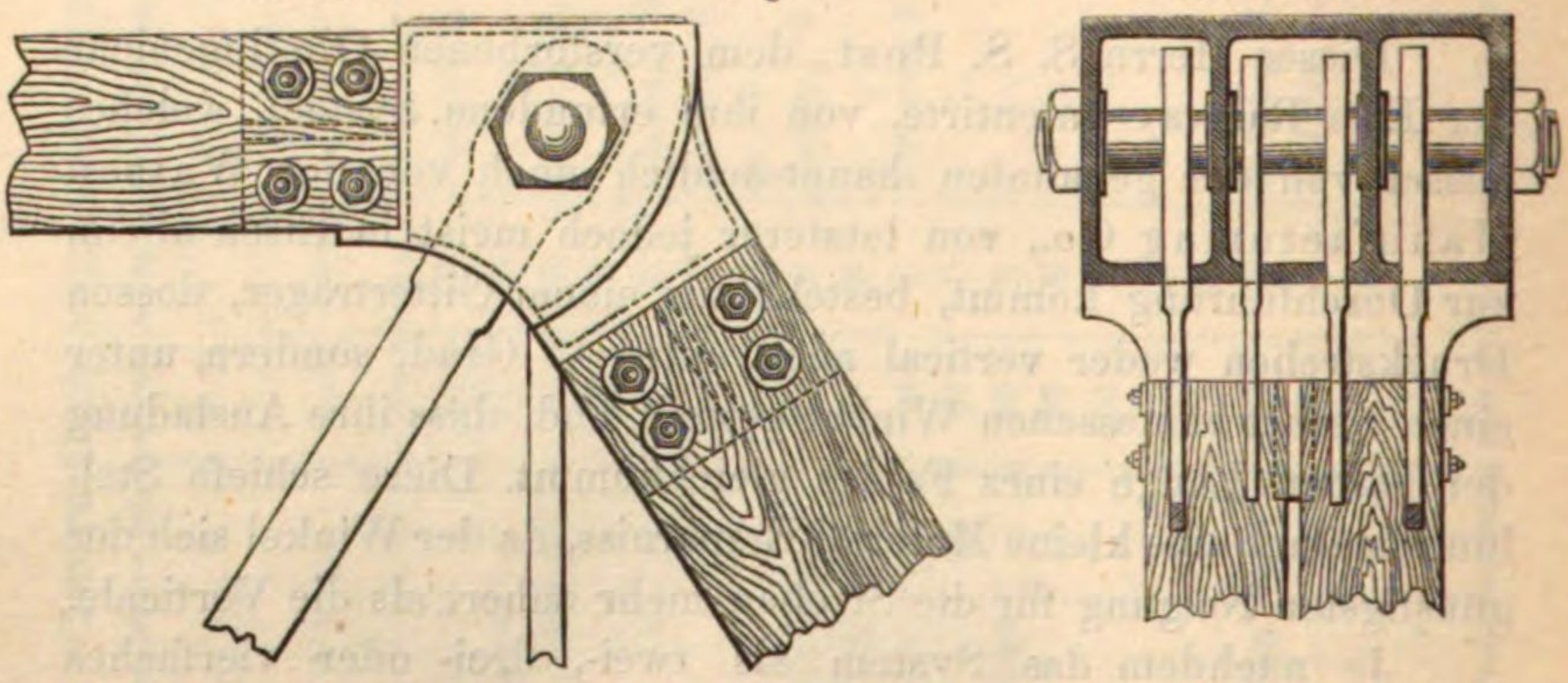
Beanspruchungsschema zu Fig. 6—9.

Querschnitt. Fig. 6. Ansicht.



Knotenpunktdetail des neuen Systems combinirter Holzbrücken der American Bridge Co. (Spannweite 45 Meter), $^1/_{18}$ nat. Grösse.

Ansicht. Fig. 7. Querschnitt.

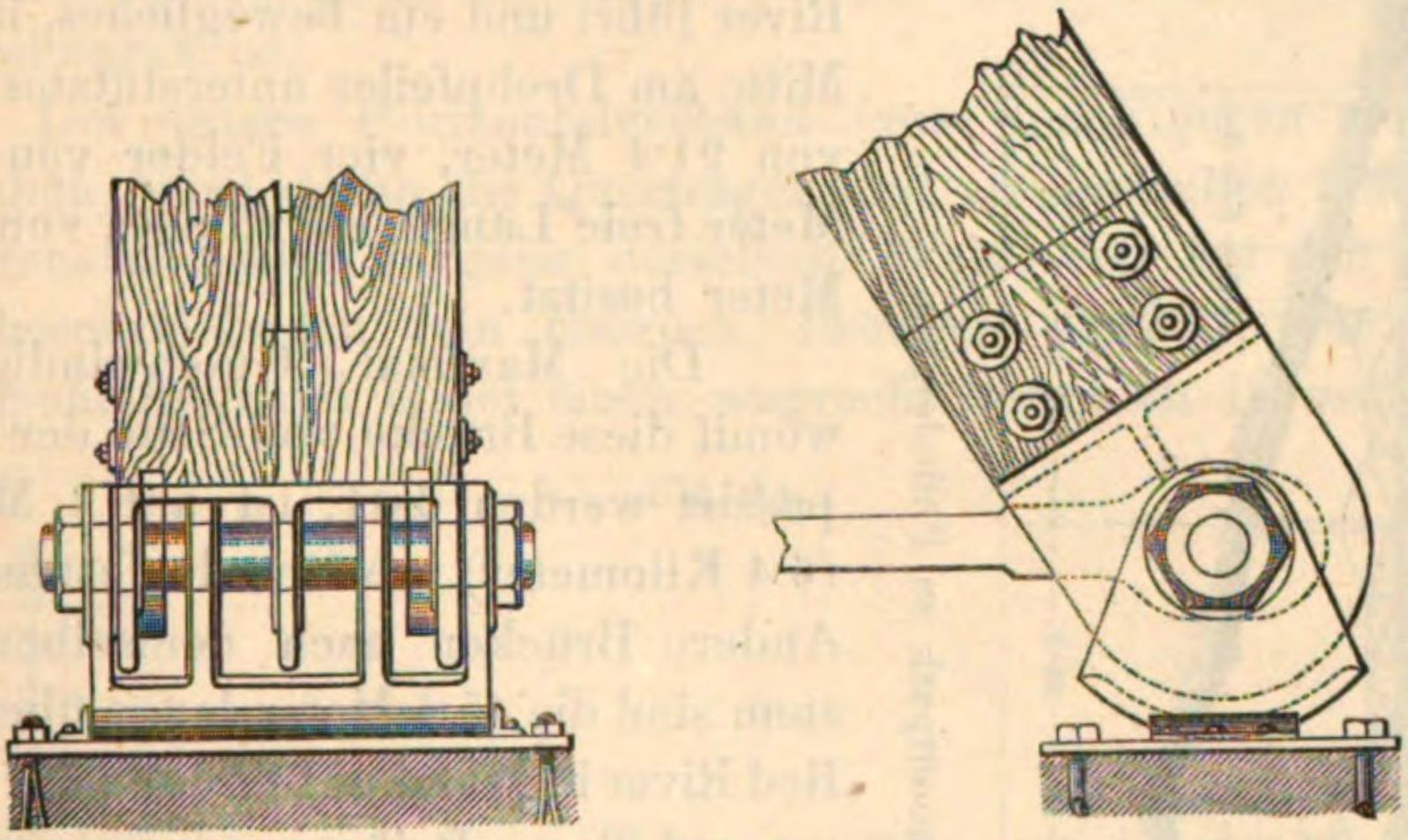


Detail des oberen Endknotenpunktes beim neuen System combinirter Holzbrücken der American Bridge Co. (Spannweite 45 Meter), $^1/_{18}$ nat. Grösse.

Der Obergurt ist bei dem combinirten Systeme in Holz, der Untergurt und das Diagonalsystem, die Streben ausgenommen,

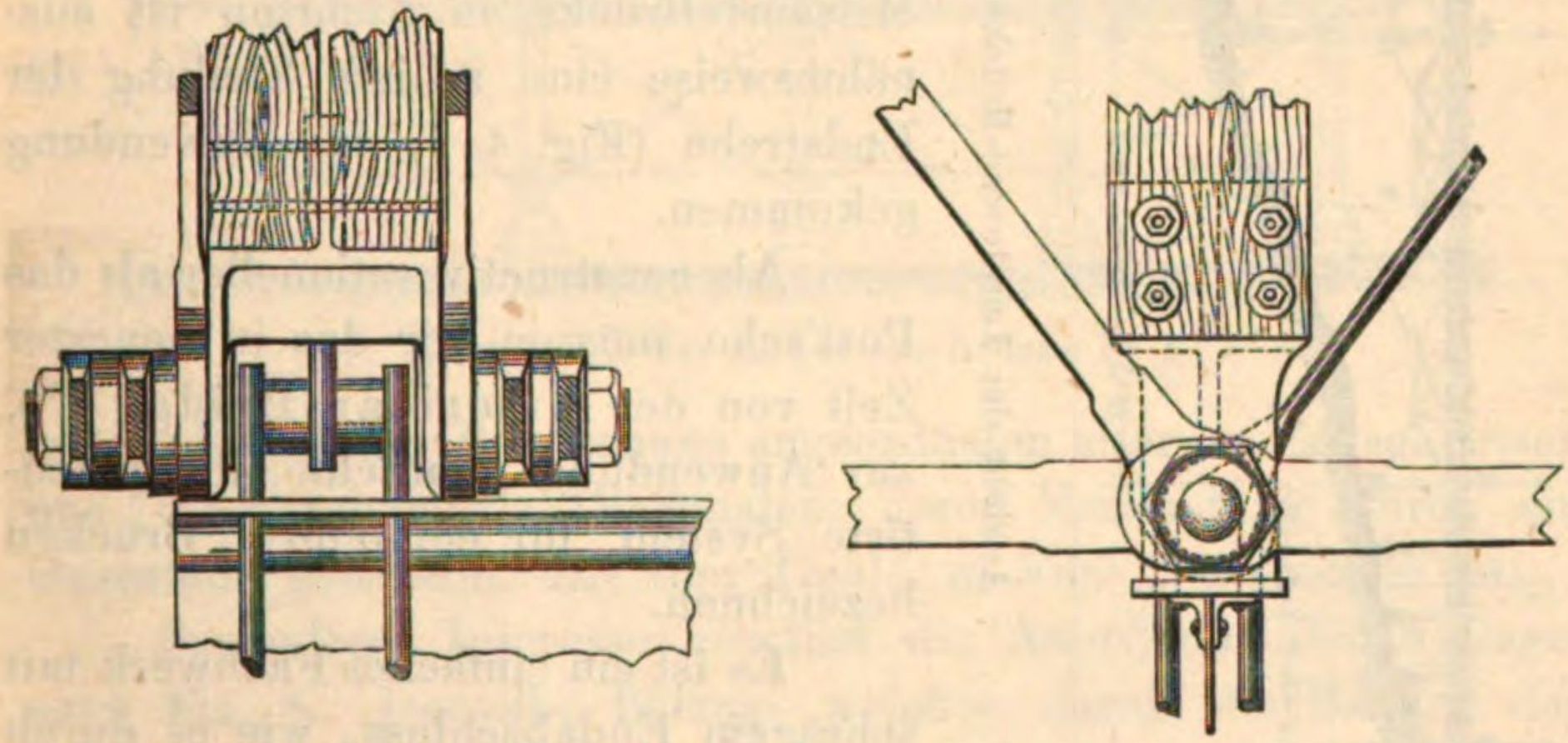
in Schmiedeisen hergestellt, die Gegendiagonalen, unnöthigerweise auf die ganze Länge angeordnet, sind stets mit Schraubenschlössern zum Anspannen versehen und aus Rundeisen gebildet.

Querschnitt. Fig. 8. Ansicht.



Pendellager in Anwendung beim neuen System combinirter Holzbrücken der American Bridge Co. (Spannweite 45 Meter), $^1/_{18}$ nat. Grösse.

Fig. 9.



Detail eines unteren Knotenpunktes der combinirten Fachwerksträger der American Bridge Co., $^1/_{18}$ nat. Grösse.

Die Verbindung zwischen Holz und Eisen wird an den Knotenpunkten durch gusseiserne Schuhe bewirkt.

Als eine der bedeutendsten Brücken dieser Art erscheint die Brazos River-Brücke der International Railway von Texas, welche eine freie Spannweite von 78·0 Meter repräsentirt. Sie ist als

zweifaches System durchgeführt und besitzt 19 Felder. Wir erwähnen als weiteres Beispiel die Peoria-Brücke, welche die J. B. & W. R'wy nächst Peoria, Il., über den Illinois River führt und ein bewegliches, in der Mitte am Drehpfeiler unterstütztes Feld von 91·4 Meter, vier Felder von 45·7 Meter freie Länge, ein solches von 38·1 Meter besitzt.

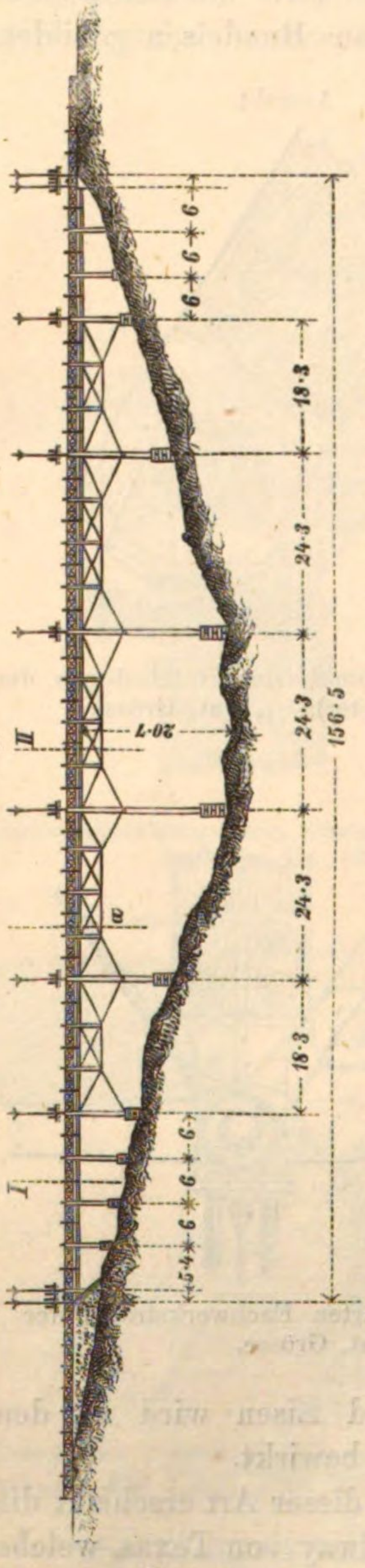


Fig. 10. Ansicht der Landowne-Brücke im Fairmountpark zu Philadelphia.

Die Maximal - Geschwindigkeit, womit diese Brücke von Seite der Züge passirt werden darf, ist auf 4 Meilen (6·4 Kilometer) pro Stunde festgesetzt. Andere Brücken nach demselben System sind die 45·4 Meter lange über den Red River in Missouri führende der Kansas und Texas Railway, sowie verschiedene kleinere der Missouri Pacific Railway etc. Bei dem Project für die neue Missouri-Brücke in Atchison ist ausnahmsweise eine schiefe Stellung der Endstrebe (Fig. 4 *b)* in Anwendung gekommen.

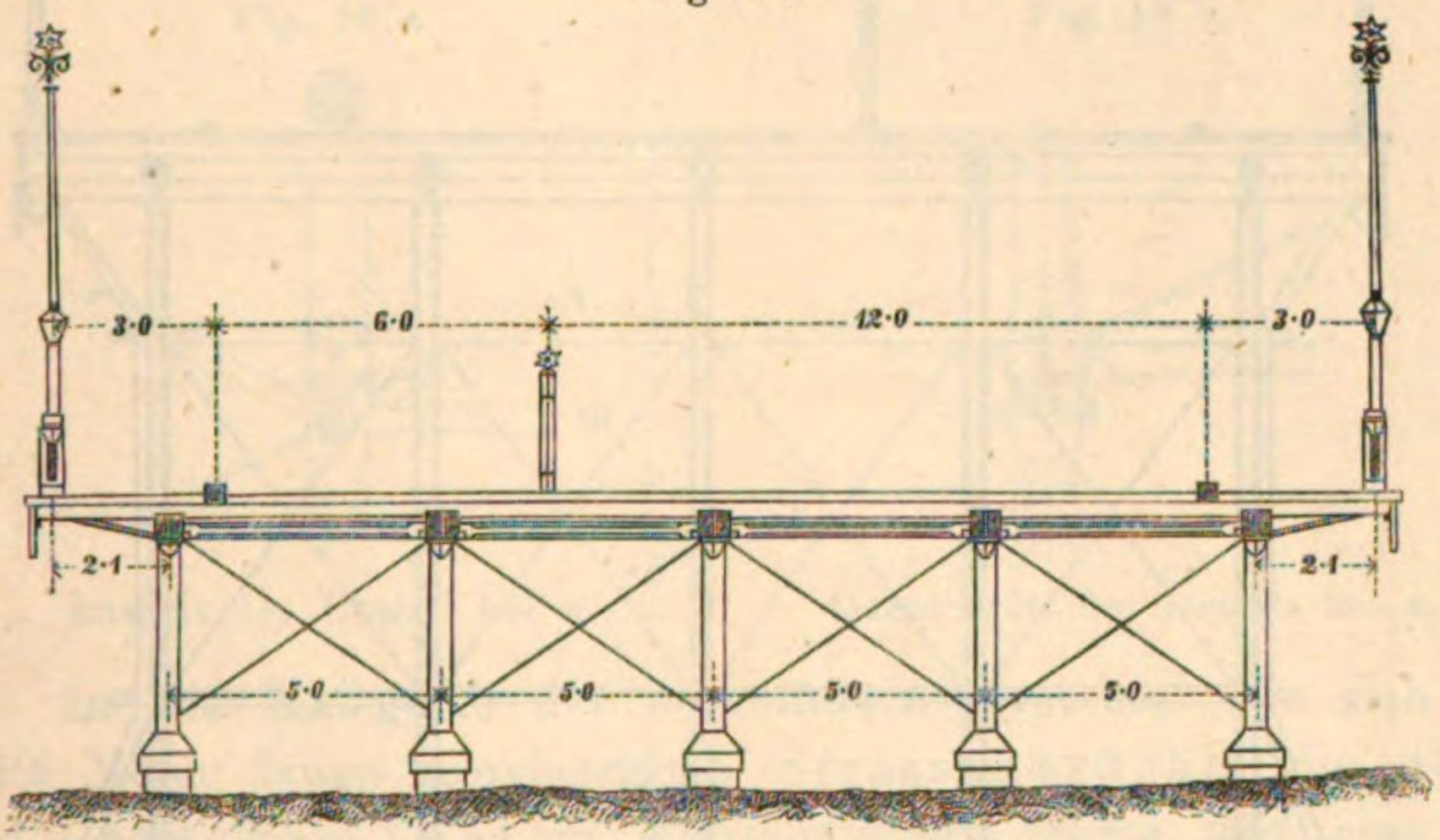
Als constructiv rationeller als das Post'sche müssen wir das in neuester Zeit von der American Bridge Co. zur Anwendung gebrachte, ihr patentirte System für combinirte Brücken bezeichnen.

Es ist ein einfaches Fachwerk mit schrägem Endabschluss, wie es durch Fig. 5 dargestellt erscheint. Die Verticalen, auf Druck beansprucht, sowie der Obergurt sind in Holz durchgeführt; die Diagonalen und der Untergurt aus schmiedeisernen Zuggliedern, wie wir solche bei Besprechung der eisernen Brücken noch eingehend beschreiben werden, gebildet.

Fig. 6 bis 9 zeigt die Anordnung der Knotenverbindung. Sie wird ähnlich wie beim Post'schen System durch Vermittlung gusseiserner Schuhe bewirkt. Oben stösst das Gussstück der Verticale stumpf gegen den Obergurt, unten gegen den schmiedeisernen Querträger, welcher in der üblichen Weise am Bolzen aufgehangen ist.

Der untere Horizontalverband (aus den Figuren nicht ersichtlich) wird durch die Querträger und an denselben befestigte Diagonalschliessen in ganz derselben Weise wie bei den später zu beschreibenden rein eisernen Brücken bewirkt, der obere Horizontalverband bildet einen wagrecht liegenden Howe-Träger

Fig. 11.



Querschnitt der Landowne-Brücke in I.

mit senkrecht zur Brückenaxe angeordneten eisernen Zugschliessen und Holzstreben als Diagonalen, deren Verbindung durch ein Gussstück geschieht, das zum Theile in Fig. 6 ersichtlich ist.

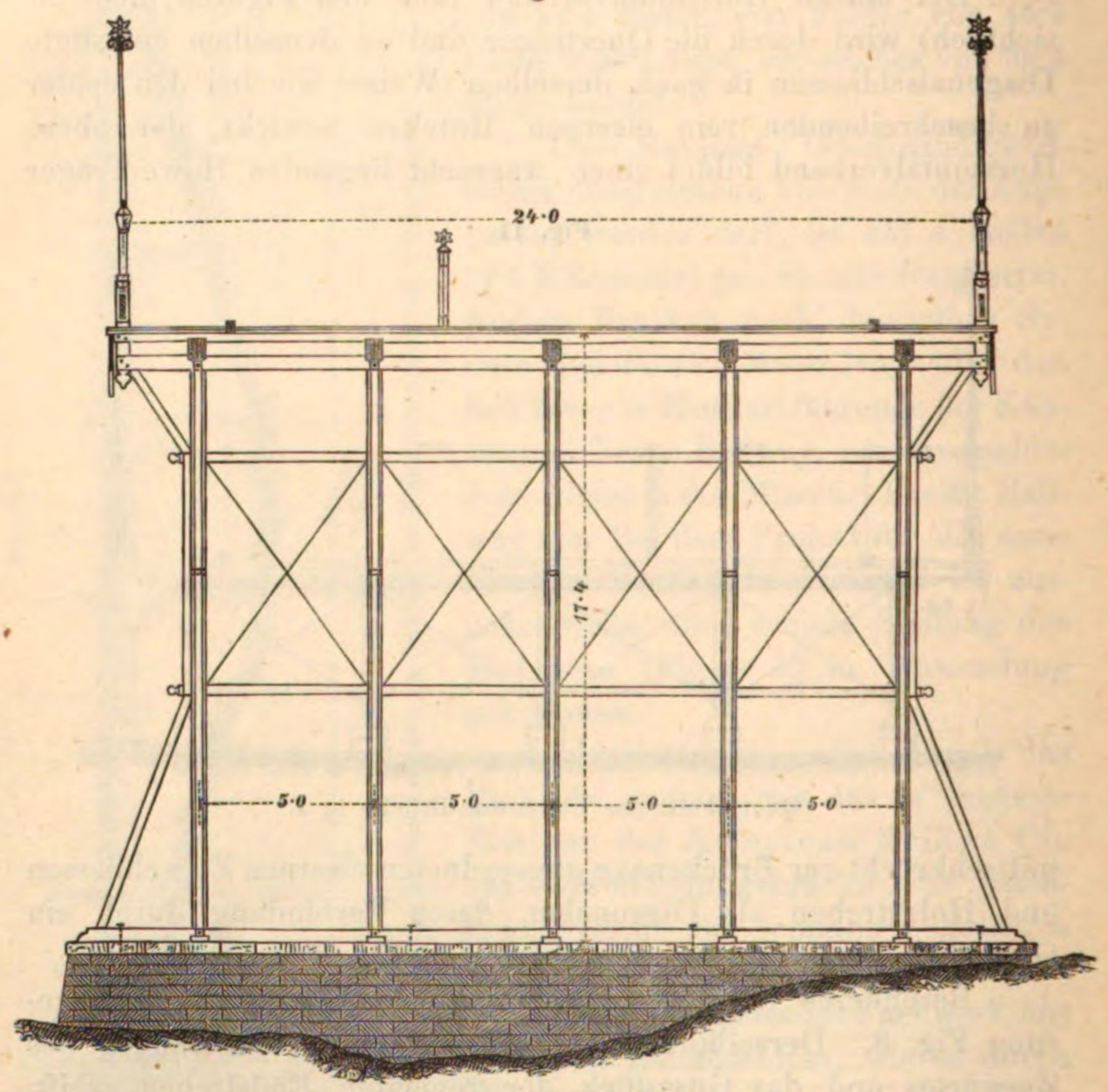
Besonderes Interesse gewährt die Anordnung der Auflagerung Fig. 8. Derselbe Bolzen, welcher durch die Bänder des Zuggurtes und das Gussstück der geneigten Endstreben greift, vermittelt gleichzeitig die Verbindung mit dem ebenfalls in Guss hergestellten Pendellager, das die bei Temperaturänderungen entstehende Ausdehnung oder Verkürzung der Brücke ermöglicht.

Wir finden derartige Pendellager sehr häufig auch bei rein eisernen Brücken in Anwendung gebracht, und nicht nur in Gusseisen sondern auch in Schmiedeisen, in diesem Falle aus zu ein-

ander parallel stehenden nach der dargestellten Form begrenzten Platten gebildet, durchgeführt. Beispiele letzterer Art liefern namentlich die Constructionen der Keystone Bridge Co.

Ein Bedenken kann man bei Betrachtung dieser Construction nicht unterdrücken. Soll das ungleiche Verhalten gegen die Wärme

Fig. 12.



Querschnitt der Landowne-Brücke bei II.

der beiden Materialien Holz und Eisen ohne Einfluss auf die Beanspruchung bleiben, so ist eine vollständig gelenkförmige Durchführung der Knotenpunkte, wie schon eingangs erwähnt, nöthig. Gegen diese aber verstösst der stumpfe Anschluss der Streben, welche sich beispielweise bei Verlängerung des Untergurtes noth-

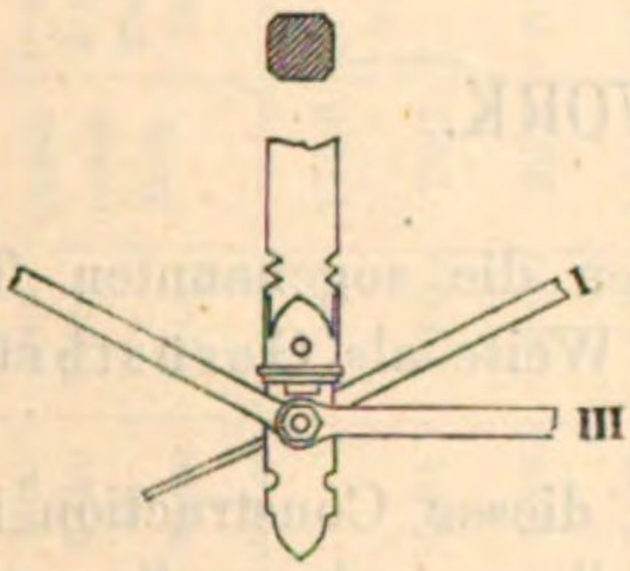
wendiger Weise etwas schief stellen müssen und hiedurch den Schraubenverband lockern. Freilich ist diese Verschiebung selbst nur eine sehr kleine. Jedenfalls aber schiene es rationeller, den Bolzen oben und unten so durchgreifen zu lassen, dass auch eine kleine Drehung der Streben möglich ist.

Der Obergurt wird in vielen Fällen durch eine Wellblechdecke (Corrugated iron covers) vor dem Einflusse der Nässe geschützt.

Bei Drehbrücken sind combinirte Systeme, aus eisernen Gurten und Zugstäben und hölzernen Streben bestehend, ebenfalls vielfach zur Anwendung gelangt.

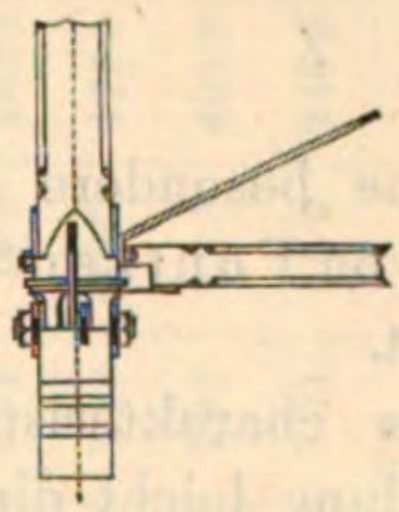
Oben genannte Company hat solche bis zu 95·4 Meter Länge durchgeführt.

Fig. 13 *a*.



Ansicht des Details bei *a*.

Fig. 13 *b*.



Querschnitt des Details bei *a*.

In die Kategorie der combinirten Systeme reiht sich die 156·5 Meter lange provisorische Strassenbrücke, die über das Landowne-Thal im Fairmountpark führte und eine der Communicationen des Weltausstellungsplatzes vermittelte. (Fig. 10, 11 und 12).

Die auf Steinsockel ruhenden Pfeiler aus 35·5 × 35·5 Centimeter starken rechteckig behauenen Ständern, die rechts, und links im Aufrisse betrachtet noch durch 20 × 20 Centimeter starke Balken verstärkt waren, die mit den Ständern einen kreuzförmigen Querschnitt bildeten, waren durch drei Centimeter starke gekreuzt angeordnete Rundeisen und 15 × 20 Centimeter starke, hölzerne Querriegel verbunden.

Die paarweise angeordneten 20 × 38 Centimeter starken Hauptträger waren durch ein Hängewerk mit eisernen Zugbändern und hölzernen Streben verstärkt; die auf circa 0·5 Meter hochkantig nebeneinandergestellten 8 × 30 Centimeter starken höl-

zernen Querträger trugen directe den doppelten Fahrbohlenbelag. Ein innerhalb der Hauptgeländer stehendes Gitter trennte die schmälere zum Weltausstellungsplatze gehörige Communication von der Fahrstrasse des freien Parkes. Alles Uebrige ist aus den Abbildungen ersichtlich. Fig. 13 *a* und *b* zeigt ein Detail der Anordnung der Knotenverbindung.

Die Ausführung geschah von Seite der Watson Manufacturing Co., Paterson. Das in Verwendung gekommene Eisen wurde auf 4100 Kilogr. für den Quadratmeter geprüft. Die angenommene zufällige Last betrug 488 Kilogr. für den Quadratmeter.

Die Pläne entwarfen Pettit und Wilson. Die Totalkosten beliefen sich auf 58.000 Dollars.

TRESTLE WORK.

Eine besondere Kategorie bilden die sogenannten Trestle works, von Pontzen*) in treffender Weise als Gerüstbrücken übersetzt.

Das charakteristische Merkmal dieser Construction ist die Nahestellung leicht dimensionirter Pfeiler, was kurze Spannweiten für die zur Anwendung kommenden Träger (4—8 Meter) bedingt und den Vortheil mit sich bringt, die einzelnen Pfeiler selbst in bestimmten Etagen durch Querverbände sichern und so relativ kurze Constructionselemente für Erbauung der höchsten Viaducte verwenden zu können.

Hinsichtlich der Constructionen, wie sie auf der Union- und Central-Pacificbahn, bei der Philadelphia Reading R. R., der Louisville-, Cincinnati- und Lexington-Eisenbahn erbaut wurden, auf die obenerwähnte Publication verweisend, geben wir an dieser Stelle, um weitere Daten über diese höchst beachtenswerthen Bauten zu liefern, eine Tabelle, welche Angaben über die in neuester Zeit für die Cincinnati Southern Railroad (1876) theils errichteten, theils zu erbauenden Gerüstbrücken bringt:

---

*) Siehe „Ueber hölzerne Brücken mit besonderem Hinweis auf amerikanische Gerüstbrücken" von E. Pontzen, „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines", Jahrgang 1876, 2. Heft, Seite 25, mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 5.

Verzeichniss einiger Trestle Works der Cincinnati Southern Railway (Eisenbahnbrücken).

Nr.	Bezeichnung des Bauwerkes	Ort		Länge in Meter	Min. Höhe in Meter	Max. Höhe in Meter	Cubikmeter Holz	Tonnen à 1000 Kilogr. Eisen	Preis pro Cubikmeter Holz in Dollars	Preis pro Zolletr. Eisen in Dollars	Name des Contractors
		Sect.	Div.								
1	Schiefe Ebene *)	2	A	213·3	—	2·4	175·6	8·49	14.8	6 9	Charles Graham.
2	„ *)	2	A	48·2	0·91	10·0	70·3		14.8	6.9	„
3	Covington Flügel	2	A	24·4	2·59	2·9	33·6	0·99	14.8	11.—	Orland Smith.
4	Danville & Hustonville Pike .	48	A	59·4	8·22	8·8	154·3	0·36	15.9	11.—	John Coleman.
5	Südlicher Nebenarm des Green River (N. S.)	55	D	146·3	12·14	19·0	432·8	9·74	15.9	11.—	J. S. Wolf & Co.
6	Südlicher Nebenarm des Green River (S. S.)	55	D	146·3	5·18	18·3	423·7	9·29	15.9	11.—	„
7	Branch des Sinking Creek . .	78	D	73·2	7·01	11·9	233·3	5·28	14.8	16.5	J. B. Chilton & Co.
8	Branch	90	E	91·4	5·18	10·7	177·0	5·19	—	—	Nicht vergeben.
9	„	93	E	152·4	7·92	16·5	401·2	10·73	—	—	„
10	Apple Tree Branch	112	E	91·4	7·61	16·8	246·9	5·90	12.7	13.2	L. B. Vaughan & Co.

*) Die Pilotirungen, 914 laufende Meter im ersten, 392 im zweiten Falle, sind nicht mit eingeschlossen und wurden mit 2.43 Dollars pro laufenden Meter bezahlt.

Der Materialaufwand pro Quadratmeter Ansichtsfläche stellt sich im Falle 4 auf 0·31, im Falle 5 auf 0·19, im Falle 6 auf 0·24, im Falle 7 auf 0·33, im Falle 10 endlich auf 0·21 Cubikmeter Holz.

Hölzerne Trestle Works für Strassenübergänge der Cincinnati Southern Railway.

Bezeichnung des Bauwerkes	Ort		System	Lichte Weite	Länge in Meter	Cubikmeter Holz	Tonnen à 1000 Kilogr. Eisen	Preis pro Cubikmeter Holz in Dollars	Preis pro Zollctr. Eisen in Dollars	Cubikmeter Mauerwerk	Name des Contractors
	Sect.	Div.									
Dry Creek Turn Pike .	6	A		4·88	25·30	29·50	0·27	14.83	12.1	76·45	Dolan and Dawson.
Private Crossing . . .	9	A		2·44	23·16	11·80	0·14	15.25	8.8	15·30	Mason, Harman & Shaachan
Independence Pike . .	12	A		4·88	23·77	36·58	0·27	15.25	8.8	57·30	"
Cov & Lex Pike . . .	18	A		6·09	23·16	42·48	0·41	19.07	11.—	107·03	T. F. Ryan & Co.
High St. Walton . . .	19	A		3·66	23·16	29·50	0·27	21.19	10.—	45·87	John Mollay.
Cov & Lex Pike . . .	20	A		6·04	23·16	43·19	0·41	14.83	10.—	48·92	John Mc. Gill.
" . . .	26	A		4 88	23·16	36·58	0·29	12.71	6.6	49·69	Fleming & Walden.
Mill St. Williamstown .	37	A		6·69	23·36	36·11	0·31	16.95	9.9	61·16	Michael Burke.
Cov & Lex Pike . . .	39	A		4 88	23·16	36·58	0·29	16.95	9.9	45·87	"
" . . .	44	B		4·37	23·16	31·40	0·35	15.25	8.8	35·16	Mason, Harman & Shanchan
" . . .	45	B		4·37	23·16	31·40	0·35	15.25	8.8	32·11	"
" . . .	45	B		4·37	23·16	31·40	0·35	15.25	8.8	71·86	"
" . . .	46	B		4·37	23·16	32·71	0·35	15.25	8.8	52·75	"
Stringtown Road . . .	47	B		3·66	22·55	27·82	0·27	15.25	8.8	33·64	"
Mulberry Road . . .	50	B		3·44	22·55	27·82	0·27	19.07	11.—	33·64	Jacob Wirth & Co.
" . . .	50	B		3·66	22·55	28·84	0·27	19.07	11.—	33·64	"
" . . .	51	B		3·44	20·12	26·44	0·27	19.07	11.—	25·99	"
Stonewall Road . . .	52	B		3·66	25·50	36·88	0·34	13.98	16.5	36·70	Squair & Mac Donald.
Street near Georgetown	69	B		3 66	23·16	24·41	0·26	16.95	11.—	45·40	Moran & Kirwin.
Versailles Pike . . .	12	C		6·09	24·38	46·00	0·43	13.77	11.—	74·92	Thompson Bros & Wilson.
Frankfort Road . . .	16	C		3·66	14·93	21·85	0·23	12.71	6.6	68·04	John Coleman.
Shaker Road	17	C		3·66	24·68	30·79	0·29	12.71	6.6	90·21	"
Shaker Pike	20	C		3·05	9·45	1·07	0·03	12.71	6.6	17·58	"
Roberts Road	103	E	Gitterträger	3·66	15·14	11·09	2·13	14.83	11.—	9·17	Douglass & Doty.

Gerüstbrücken (Trestle Works)

Das bedeutendste Ausstellungsobject auf diesem Gebiete bildete eine Darstellung des früher bestandenen, 260 Meter langen, auf 62 Meter hohen, hölzernen Pfeilern über die Schlucht des Genessee River führenden Portage-Viaductes, der bekanntlich in der Nacht vom 5. zum 6. Mai 1875 abbrannte und am 31. Juli desselben Jahres bereits durch einen aus Schmiedeisen hergestellten ersetzt worden war. Eine Photographie dieses neuen Bauwerkes bildete in der Exposition das Gegenstück des erstgenannten.

Eine dem Trestle Work nahe verwandte Construction zeigen die sogenannten Pfahlbrücken, welche sich vielfach an den flachen, sumpfigen Ufern der grossen Seen und den moorigen Niederungen an der Mündung des Mississippi finden. Diese Stellen, welche die Bildung von Dämmen meist nicht ohne kolossale Opfer an Material zulassen, finden wir mittelst nahegestellter Joche aus Holz, die mitunter zu ganz gewaltigen Tiefen pilotirt sind, überbrückt. Ein Beispiel zeigt das Object 5 Kilometer südlich von Madison, wo die nach dieser Stadt benannte Linie der Chicago- und Nord Western-Eisenbahn in Wisconsin mittelst 4·6 Meter von einander gestellter, theilweise bis zu Tiefen von 35 Meter eingetriebener Pfahlreihen über das Moor geführt ist. Die grossen Längen der hiefür nöthigen Piloten wurden durch Verbindung einzelner aufeinander gestellter Stämme mittelst Dübel bewirkt.

Ein ähnlicher Fall ergab sich bei der Uebersetzung des dritten Sees, wo eine 2200 Meter lange Pfahlbrücke angelegt und manche Pilote bis zu 36·5 Meter Tiefe getrieben wurde.

Ein Theil der Brücke, welcher in einer Kurve liegt, wurde durch Streben gesichert, die sich in Entfernungen von 18·3 Meter auf Gruppen von je acht mit Ketten zusammengebundenen Piloten stützen. Die Anzahl der Piloten in einem Joche wechselt von 4—9 und beträgt bei der ganzen Brücke 2598. Ihre Erbauung erforderte fünf Monate Zeit, die Kosten beliefen sich auf 72.000 Dollars.

Das dritte interessante Bauwerk dieser Art ist die Pfahlbrücke über die Catfish Creek, welche eine Länge von 220 Meter besitzt. Hier zeigte sich die interessante Thatsache, dass die ursprünglich viel länger projectirten Pfähle anfänglich nur sehr geringe Widerstandsfähigkeit besassen, diese sich aber durch das Setzen des Bodens nach einigen Tagen derart hob, dass man mit 14·3 Meter langen Piloten auskam.

DAS HOLZ.

Ueber die Dauerhaftigkeit und sonstigen Eigenschaften der amerikanischen Hölzer entnehmen wir einem Aufsatze neuesten Datums: „Ueber Tannen- und Föhrenholz, vom Standpunkte des Ingenieurs aus betrachtet," welcher Erfahrungen, die man namentlich in England über amerikanische Hölzer gesammelt, enthält, Folgendes:

Gelbe und weisse Tanne*) *(yellow* und *white pine)*, welche in Amerika der Witterung gut widerstehen soll, wird hier (in England) der baltischen Fichte nachstehend betrachtet und daselbst namentlich zur Anfertigung von Modellen und anderen Zwecken, die weiches, harzloses und leicht zu bearbeitendes Holz fordern, verwendet, als Bauholz ist es jedoch nicht sehr beliebt, während es in Amerika zahlreiche Anwendung, namentlich im Brückenbaue findet.

Die Rothtanne *(red pine)* ist sehr harzreich, ihr Holz nimmt Farbe nicht sonderlich gut an und ist schwerer als andere Sorten zu bearbeiten. Beide Sorten werden viel transportirt.

Das Holz der Oregon-Fichte aus dem nordwestlichen Amerika ist zähe, elastisch, knotenfrei und von grosser Länge und namentlich für Masten und Sparren geeignet; exportirt wird es, der grossen Transportkosten wegen, weniger.

Die Pechtanne liefert hartes, zähes und geradfaseriges Holz und ein ausgezeichnetes Material für Provisorien, besitzt jedoch, bearbeitet dem Wetter ausgesetzt, nur geringe Dauer, von 5 bis 6 Jahren, wenn sie nicht gehörig mit Farbe angestrichen oder auf andere Art geschützt wird.

In Häuserbauten mit warmer feuchter Atmosphäre in Berührung stehend, unterliegt es ausserordentlich leicht der Fäulniss. Besser verhält sich hierin die schwarze Pechtanne.

---

*) Wohl auch Fichte und Tanne in unserem Sinne. Der Verfasser des unten citirten Artikels nennt beide Ausdrücke als im Handel dieselbe Holzgattung bezeichnende. Es liefert dies ein Charakteristikon des Umstandes, dass in der englischen Sprache hinsichtlich der Benennung der einzelnen Holzgattungen selbst in technischen Kreisen Mangel an Consequenz herrscht, der es schwer macht, bei derartigen Angaben die unserer Bezeichnung entsprechende sinngetreu wiederzugeben.

Nr.	Holzart	Dimensionen des Probestückes in Centimetern			Art der Belastung	Grösse der Belastung in Tonnen	Bruchcoefficient in Tonnen pro Q.-Centim. im Mittel	Anmerkung
		freie Länge	Breite	Höhe				
1	Ausgewählte Fichtenstämme über Memel eingeführt (Memel fir beams)	320	34·3	34·3	Beide aus demselben Stamme geschnittene Balken wurden in 3·66 M. Entfernung liegend gemeinschaftlich mit Eisen gleichförmig vertheilt belaladen. Enden frei aufliegend.	62	0·37	
2		320	34·3	34·3		62		
3	Gelbe Fichte (yellow pine) aus Quebec eingeführt	320	35·6	38·1	Belastung wie oben.	62	0·28	
4		320	35·6	38·1		62		
5	Baltische Föhre (Baltic fir) . . .	373	15·2	30·5		8·6	0·38	Versuche ausgeführt von Mr. Lyster dem Dock-Ingenieur von Liverpool.
6		373	15·2	30·5		10·7		
7	Amerik. Pechtanne (Pitsch pine)	373	15·2	30·5		10·4	0·41	
8		373	15·2	30·5		10·7		
9	Amerik. Rothtanne (Red pine)	373	15·2	30·5	Die Enden des Balkens steckten in Kopfstücken, die Belastung in der Mitte wurde durch hydraulischen Druck erzeugt.	7·6	0·33	
10		373	15·2	30·5		8·1		
11	Amerik. Pechtanne (Pitsch pine)	320	35·5	38·1		61·5	0·57	
12		320	35·5	38·1		60·1		
13	Gelbe Fichte aus Quebec (yellow pine)	320	35·5	38·1		38·9	0·34	
14		320	35·5	38·1		34·5		
15	Amerik. Rothfichte (American red pine)	457	30·5	30·5		13·4	0·34	Siehe „On the Construction of Britania and Coway Tubular Bridges" von E. Clarke, pag. 453.
16		457	30·5	30·5	Die Last wurde in der Mitte der freien Spannweite aufgehangen.	15		
17	Amerik. Rothfichte (American red pine) aus dem Kerne geschnitten	228·6	15·2	15·2		3·34	0·33	

Wir können es uns nicht versagen an dieser Stelle einige, im grösseren Massstabe ausgeführte, derselben Quelle entnommene Versuche über die Bruchfestigkeit baltischer und amerikanischer Hölzer, von denen die ersteren in neuester Zeit zu Liverpool gemacht wurden, mitzutheilen, da sie von den Werthen, die man gewöhnlich hiefür anzugeben pflegt, bedeutend abweichende Resultate zeigen und einen Massstab zur Vergleichung der einzelnen Holzarten gestatten.*)

*) Auf Metermass umgerechnet. Das Original entnommen „Pine and fir timber considered from an Engineering point of view" by Mr. Graham Smith. „The Engineer" vom 23. Februar 1877, pag. 126.

EISERNE BRÜCKEN.

ELSKEDE BØGKER

EISERNE BRÜCKEN.

Das Bestreben, die bestehenden älteren Eisenbahnen aus dem Zustande des Primitiven, Provisorischen in einen vollkommeneren, stabilen zu versetzen, bewog auch die Ingenieure der Vereinigten Staaten, an Stelle der allerdings bewährten, doch immerhin dem raschen Verderben ausgesetzten Holzconstructionen solche aus Eisen treten zu lassen.

Europa war in dieser Hinsicht vorausgeeilt und hatte durch zahlreiche Versuche und gelungene Werke die Widerlager geschaffen, auf denen sich sicher weiterbauen liess.

Mit dem der Nation eigenthümlichen Scharfsinne, der das praktisch Wichtige rasch zu erfassen weiss, bemächtigte sich das emporstrebende Nordamerika der neuen Errungenschaften.

Indem man für kleinere Spannweiten das System der genieteten Träger beibehielt, wurden für grössere freie Längen nach den Vorbildern der bewährten Holzconstructionen Systeme für die Durchführung in Eisen geschaffen.

Bis nach Vollendung des Bürgerkrieges griffen die eisernen Brücken nur langsam und schrittweise um sich; da aber mit einem Male hob sich dies System zu einer früher nie geahnten Höhe und hielt sich auf dieser bis zur Zeit der Krise, welche ihre Schlingen auch auf diesem Gebiete zusammenzog.

A. DAS MATERIAL UND DIE AUS IHM GEBILDETEN CONSTRUCTIONS-ELEMENTE.

Obwohl die eingehende Besprechung jener Materialien, welche ausser dem Holze, den künstlichen und natürlichen Steinen im Brückenbaue Verwendung finden, das ist Gusseisen, Schmiedeisen und Stahl einem anderen Felde angehört, als es die vor-

liegenden Zeilen zum Hauptgegenstande haben, erscheinen doch einige Notizen über jene Sorten, welche mit Rücksicht auf die speciellen Zwecke des Bauwesens erzeugt und geformt werden, nicht überflüssig.

DAS GUSSEISEN.

Das Gusseisen, welches in den Vereinigten Staaten von vorzüglicher Güte hergestellt wird, hat im Brückenbaue, wie seinerzeit in Europa, eine grosse Rolle gespielt. Die gedrückten Stäbe wurden fast ausschliesslich aus demselben gebildet. Heutzutage ist dasselbe hierin fast vollständig vom Schauplatze verdrängt, wozu ungünstige Erfahrungen, die man namentlich in Europa an einzelnen, nicht ganz rationell construirten Systemen gesammelt, wesentlich beigetragen.

In der That fand man bei den meisten Brücken, deren Einsturz grosses Aufsehen erregte, Gusseisen als Material der Hauptbestandtheile in Verwendung; so bei der Brücke über den Den bei Chester in England (1847), bei der Brücke der Erie Bahn (1850), bei der Brücke über die Joiner Street in London (1850), bei der Brücke der Lemberg-Czernowitzer Bahn, sowie bei der bereits besprochenen Ashtabula-Brücke (1876).

Die ungleiche Ausdehnung bei Erwärmung und Inanspruchnahme, wenn es in Combinationen mit Schmiedeisen zur Verwendung gelangt, die Tendenz, unter plötzlichen Stössen ohne vorhergehende Anzeige zu brechen, welche Neigung durch Kälte vermehrt wird, schliessen die Möglichkeit, dass es einen wesentlichen Antheil an den eingetretenen Katastrophen trage, keineswegs aus.

Andererseits findet das Gusseisen, namentlich die vorzügliche Qualität desselben, welche drüben zur Verwendung gelangt, noch immer lebhafte Vertheidiger und wird zur Herstellung der gedrückten Stäbe bei Brücken grösserer Spannweite, wo die Stösse in Folge des hohen Eigengewichtes keine so intensive Wirkung hervorzubringen vermögen, von vielen Constructeuren noch immer empfohlen, wenn man sich auch im Allgemeinen der herrschenden Zeitströmung, die auf Verbannung dieses Materials aus dem Reiche der Brückenconstructionen hindrängt, anschliesst.

Dass man hiebei wieder in Extreme gelangt und das Schmiedeisen in Fällen anwendet, wo seine Verwendung gewiss nicht am Platze ist, darf nicht Wunder nehmen. So werden von der Keystone Bridge Co. derzeit selbst die Auflagerplatten für kleinere Brücken aus Schmiedeisen gebildet und die Rippen durch aufgenietete Winkel erzeugt, und ähnliche Fälle mehr. Hingegen halten andere Werke, so z. B. die Phönix Iron Works, noch immer an der Verwendung des Gusseisens fest, das bei der später zu besprechenden Detaildurchbildung der Knotenpunkte eine grosse Rolle spielt; Aehnliches ist bei der Watson Manufacturing Co. in Paterson der Fall.

Gelegentlich seines Besuches der Phönix Iron Works befragte der Schreiber dieser Zeilen Herrn Bolzano, den Leiter des Constructionsbureaus daselbst, welche Erfahrungen man über eine derartige Verwendung des Gusseisens im Brückenbau gemacht habe, und erhielt von ihm die Antwort, dass er keinerlei besorgnisserregende Momente wahrgenommen und die Verbindungsstücke sich bisher vortrefflich bewährt hätten. Es sei bei der Waterville-Brücke und andernorts vorgekommen, dass die Träger von den Widerlagern stürzten, hiebei aber die einzelnen Gussstücke ganz unverletzt blieben und neuerdings gebraucht werden konnten.

In dem Album der Keystone Bridge Comp. finden wir über die Verwendung und Eigenschaften dieses Metalls Nachstehendes, das als charakteristisch angeführt werden möge:

„In gusseisernen Säulen und Gurten greifen leicht Ungleichheiten in der Metallstärke Platz. Die Tragkraft des flüssigen Metalls verursacht ein Aufsteigen des Kernes, der in Folge dessen nur schwer in seiner Lage zu erhalten ist. Die Unreinigkeiten des Metalls lagern sich an der unteren Seite des Gusses und das aus verschiedenen Eintrittsöffnungen kommende Material kühlt sich ungleich ab, ehe es sich vereinigt. Dies, sowie die Kraft der eingeschlossenen Luft verursachen ungleiche Dicke und andere zahlreiche Defecte, als zellige Structur, eingeschlossene Luftblasen etc., während die rasche und ungleiche Abkühlung innere Spannungen erzeugt, die das Gussstück schon unter schwachen Stössen zerspringen lassen. Der Röhrenguss für Brückenbestandtheile hat daher aus den Enden in trockene Sandformen zu geschehen, das flüssige Metall ist sorgfältigst abzuschäumen, der

Guss selbst soll langsam und gleichmässig abkühlen. Hiedurch wird es bei sorgfältigster Durchführung möglich, Fehler thunlichst hintanzuhalten. Derartig erzeugte Obergurte können, wenn sie ausserdem gegen eindringendes Wasser vollständig geschützt werden, mit Sicherheit zur Verwendung kommen, doch gibt die Compagnie entschieden den aus Schmiedeisen construirten Druckstreben und Obergurten den Vorzug."

„Von Seite der Gesellschaft wird Gusseisen für kurze Blöcke oder flache, solid gebettete Platten, für Säulenfüsse und Capitäls, zu Unterlagsplättchen etc. verwendet."

„Sollte irgend ein Theil Zugspannungen ausgesetzt werden, so darf die zulässige Inanspruchnahme nicht mehr als ein und ein viertel Tonnen für den Quadratzoll Querschnittsfläche (0·176 Tonnen für den Quadratcentimeter) betragen."

DAS SCHMIEDEISEN.

Von den hervorragenden Etablissements wird für das in Brücken zur Anwendung gelangende Eisen nicht das gewöhnlich im Handel vorkommende benützt, sondern hiefür eine eigene Sorte erzeugt.

In ausgesprochener Weise ist diess bei den Phönixville Bridge Works der Fall, wo die Bearbeitung des Erzes bis zur vollendeten Brücke in einheitlicher Weise durchgeführt wird.

Die Methode besteht darin, dass gutes graues Roheisen (gray-forge-pig iron) den einmaligen Frischprocess unter Erzzusatz durchmacht, worauf es in einer Burden'schen Quetsche bearbeitet und dann in flache Barren, welche den Namen „muck bar" oder „Nr. 1" führen, im Walzwerke ausgezogen wird.

Von jeder Hitze des so erzeugten Eisens wird eine Barre genommen und unter einem Winkel von 45 Grad kalt gebogen; besteht sie diese Probe ohne Zeichen des Bruches, so passirt die Hitze als gut, wenn nicht, wird sie verworfen.

Die derart gebildeten Barren werden zerschnitten, paketirt, neuerdings gehitzt und in flache Barren ausgewalzt. Die so erhaltenen Sorten führen den Namen „Eisen Nr. 2" oder „Phönix best".

Dieses selbst wird abermals zerschnitten, paketirt und nach dem gewünschten Kaliber gewalzt. Es wird von der Compagnie unter dem Namen „Phönix best best" verkauft.

Proben solcher Eisen lagen mehrfach auf der Ausstellung vor. Rundstäbe von 6 Centimeter ($2^3/_8$ Zoll) Durchmesser lassen sich nach Angabe der Fabrik derart durchbiegen, dass die Hälften zur vollständigen Berührung kommen, ohne Zeichen des Bruches an der Biegungsstelle zu zeigen.

Gleim erzählt in seinem, in der Vorrede erwähnten Berichte, dass man bei seiner Anwesenheit in dem Etablissement von zwei zur Verarbeitung bestimmten Rundeisenstäben, von denen der eine 22 Millimeter ($^7/_8$ Zoll), der andere 38 Millimeter Durchmesser hatte, Probestücke abhauen und kalt zusammenbiegen liess, so dass die Schenkel sich vollständig berührten und nur bei dem dickeren Stabe noch an der inneren Krümmungsstelle ein Spielraum von 3 Millimeter vorhanden war, wobei beide Stäbe am äusseren Umfange vollständig gesund blieben und nur an dem dickeren derselben sich in der inneren Krümmung zwei feine Haarrisse zeigten.

Um die Gleichförmigkeit des Productes zu erhöhen, werden die Pakete für die Stäbe Nr. 2 aus 14 Stäben Nr. 1, jene für die Sorte Nr. 3 aus 8 Stäben Nr. 2 gebildet, so dass eine zufällig fehlerhaft gerathene „muck bar" nur $^1/_{112}$ des Stabes Nr. 3, also des „best-best iron" ausmachen kann.

Um sich von der Qualität des Eisens bei jedem in Brücken vorkommenden Stabe zu überzeugen, wird dasselbe im Etablissement einer Probe unterzogen, die meist vom Auftraggeber selbst verlangt und von ihm überwacht wird. Man sehe in dieser Hinsicht die im Anhange gebrachte Specification der Cincinnati Southern Railway. Zu diesem Zwecke ist jede Brückenbauanstalt mit einer Zerreissmaschine ausgestattet.

Bei dieser Probe wird nicht nur die Zugfestigkeit, sondern auch gleichzeitig der Werth des Elasticitätsmoduls beobachtet.

Letzteres ist insoferne von höchster Wichtigkeit, als geringe Modificationen dieser Grösse bei Gliedern, welche parallel neben einander zur Aufnahme eines Zuges in einem Brückenfelde angeordnet werden, eine ungleichförmige Anstrengung dieser Theile mit sich bringen.

Ein nicht zu unterschätzender Vortheil der in den Vereinigten Staaten vorkommenden Kaliber besteht in der grossen Mannigfaltigkeit der Form, die sie gegenüber den zu analogen Zwecken in Europa zur Anwendung kommenden zeigen.

Allerdings tritt der ungezwungenen Verwendung von Seite des Constructeurs meist das Patent, das auf vielen derselben haftet, entgegen. Die Längen, in denen Façoneisen erzeugt und zur Benützung gelangen, sind in der Regel grosse, und bot die Exposition vielfach Gelegenheit, Proben derartiger Walzsorten zu studiren.

So brachten die Union Iron Works der Union Iron Co., Buffalo, Erie County, New-York, Träger der verschiedensten Sorten zur Ausstellung, unter denen I-Eisen von 24·4 Meter Länge bei 25·4 Centimeter Höhe und 1·09 Tonnen Gewicht, ebenso solche von 15·86 Meter Länge bei 38·1 Centimeter Höhe und 1·04 Tonnen Gewicht, sowie Bleche, unter denen Platten von 7·32 Meter Länge, 1·7 Meter Breite und $9^1/_2$ Millimeter Dicke, aus einem Stück gewalzt, sich befanden.

Bei der Ohio-Brücke zu Louisville sind Stäbe von 15·4 Meter in Verwendung gelangt.

Das Musterbuch der Union Iron Mills zu Pittsburgh in Pennsylvanien, einer Firma, welche hauptsächlich die Lieferungen für Keystone Bridge Co. besorgt, führt hingegen als normale Längen, wie sie in der Regel Verwendung finden, für Winkeleisen, Channel bars, I-Träger schwächern Kalibers nur 30 Fuss (9·1 Meter) auf, während für Träger stärkeren Querschnitts bis 24 Fuss (7·3 Meter) Länge, also ein Mass, wie dies auch bei uns üblich ist, angegeben erscheinen.

Die Phönix Iron Works sind im Stande, ihre Säulen bis zu 25·6 Meter zu walzen, gehen aber hierin gewöhnlich nur bis etwa 12 Meter.

Es ist nicht uninteressant, die Preise kennen zu lernen, nach welchen bei Ermittlung der Kostenvoranschläge die einzelnen Kaliber in Rechnung gezogen werden. Wir bringen als Beispiel die Werthe, wie sie dem Verfasser gelegentlich seines Besuches des Etablissements der American Bridge Co. mitgetheilt wurden, und verweisen hinsichtlich der Beschreibung dieser Kaliber auf die später folgenden Erörterungen.

Sie wurden von der Gesellschaft vor drei Jahren bei Kostenberechnungen angenommen; heutzutage stellt sich der Preis allerdings etwas niedriger.

Gattung:	Cents pro Pfund	Cents pro Kilogr.	Gulden pro Zollctr.
⌴-Eisen	$5^3/_8$	11·9	12·49
Platten	$3^1/_4$	7·2	7·56
I-Träger	$5^1/_8$	11·3	11·86
⌴-Trogeisen*)	4	8·8	9·24
Zugstäbe	3	6·6	6·93
Augen	$3^1/_4$	7·2	7·56
Runde Zugstäbe	3	6·6	6·93
Schraubenschlösser	14	30·9	32·44
Gewöhnliche mit Rechts- und Links-Gewinde	4	8·8	9·24
Kleine Bolzen	7	15·4	16·17
Nieten	5	11·0	11·55
Gusseisen	3	6·6	6·93

Zu diesen Preisen kommen an Arbeitspreisen circa $^3/_4$ Cents pro engl. Pfund oder 1·7 Cents pro Kilogramm oder fl. 1.78 pro Zollcentner für gewöhnliche Brücken-Constructionen; für abnorme Drehbrücken, Drehscheiben etc. stellt sich derselbe um 60 bis 160 Procent höher.

DER STAHL.

Dieses Material, welches in Europa bereits mehrfach im Brückenbau Verwendung gefunden, ist in den Vereinigten Staaten ausser für Seilbrücken wohl nur, aber daselbst in allerdings grossartigem Masse, bei der St. Louis-Brücke zur Bildung der Röhrenlamellen benützt worden.

Obwohl im ursprünglichen Contracte Gussstahl (Crucible Steel) bedungen war, kam später doch fast ausschliesslich Chromstahl zur Verwendung. Es gab hiezu hauptsächlich die grosse Ungleichförmigkeit des selbst aus ganz gleicher Mischung erzeugten Tiegelstahles für die Rohrlamellen Veranlassung.

Die Erfahrungen, welche man bei der Keystone Bridge Comp., die das Material ursprünglich herstellte, gelegentlich der

*) Siehe Fig. 20.

Vornahme der Versuche für die genannte Brücke sammelte, bewogen sie wohl zu dem in ihrem Album enthaltenen Ausspruche, dass die Benützung des Stahles ausser für Druckglieder langer Spannweiten, bei denen die todte Last den Haupteinfluss auf die Beanspruchung nimmt, nicht vortheilhaft sei. Wir finden hierin weiters: „Wenn gegen das Auftreten von Biegungsspannungen die nöthige Vorsorge getroffen wird, kann Stahl hoher Qualität bis zur Hälfte seiner Elasticitätsgrenze, welche 2·8 bis 4·2 Tonnen für den Quadratcentimeter beträgt, zur Construction gedrückter Glieder Verwendung finden. Zugglieder von Stahl sollen aus schmalen, wohl durchgearbeiteten, nach der gewünschten Form geschmiedeten Barren, die nicht durch Schweissen oder nachträgliches Aufsetzen von Material gebildet wurden, bestehen."

Die Specification für die St. Louis-Brücke forderte als Beanspruchung an der Elasticitätsgrenze für Druck 4·22 Tonnen für den Quadratcentimeter, für Zug 2·8 Tonnen, als Elasticitätsmodul 1800 Tonnen, bezogen auf den Quadratcentimeter. Das gelieferte Material übertraf diese Grenzen um ein Bedeutendes.

Es ist bezeichnend, dass auch Röbling sich in jüngster Zeit entschied, zur Verankerung der New-York- und Brooklyn-Brücke Kettenglieder aus Schmiedeisen in Anwendung zu bringen. Eine Stahlbarre, die zum Zwecke der Vergleichung während eines Besuches Röbling's in Krupp's Werken zu Essen geschmiedet wurde, garantirte nicht mehr als 5·62 Tonnen für den Quadrat-Centimeter des 51 × 229 Millimeter besitzenden Querschnittes, so dass sich mit Rücksicht auf den Kostenpunkt das Eisen als günstiger herausstellte.*)

Hingegen ist für die Anfertigung der Drähte der Stahl mit Erfolg zur Verwendung gelangt, und verweisen wir in dieser Hinsicht auf die unten gebrachten Notizen über die genannte Brücke selbst.

Im Weiteren erscheint es angezeigt, die Bearbeitung und Besprechung des Materiales je nach dem Zwecke zu sondern, dem das betreffende Constructionsglied in der Brücke zu entsprechen hat.

---

*) Siehe „Report of the Chief Engineer of the New-York & Brooklyn Bridge", January 1877.

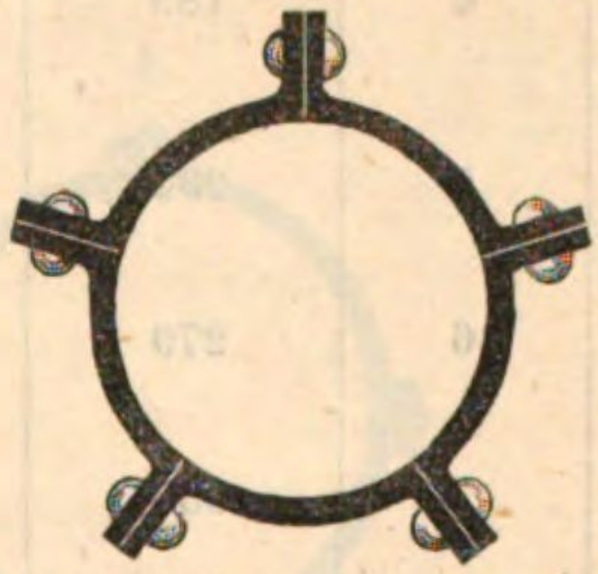
DRUCKSTÄBE UND SÄULEN.

Eine der älteren und beliebtesten Formen für gedrückte Stäbe und Säulen, welche auf der Ausstellung mehrfach vertreten war, ist die, namentlich von Clarke, Reeves & Co. zur Anwendung kommende patentirte Form, welche durch Fig. 14 zur Darstellung gebracht ist und nach dem bekannten Eisenwerk Phönix zu Phönixville (Pen.) den Namen Phönix-Säule erhalten hat.*)

Das Profil besitzt eine für die Aufnahme von Druckspannungen sehr günstige Gestalt und leichte Verbindungsfähigkeit, jedoch den Nachtheil, dass der innere Raum für die Erneuerung des Anstriches unzugänglich ist.

Fig. 14 *a.*

b.



Querschnitt der Phönix-Säulen.

Gleim erzählt, mehrfach bei Verbindungen in Brücken am Fusse der Säulen Rostflecken bemerkt zu haben, die das Kaliber nicht ganz unbedenklich erscheinen lassen.

Clarke schlägt den Brückenverwaltungen vor, Farbe in genügender Quantität durch ein oberes Loch hineinzugiessen, dieselbe durch ein unten angelegtes wieder für den weiteren Gebrauch theilweise zu gewinnen und hiedurch die Erneuerung des Anstriches zu bewerkstelligen. Es ist dies derselbe Vorgang, welcher mit Erfolg bei der St. Louis-Brücke zur Anwendung gekommen. Mit Recht wurde von der Firma in ihrem Circulär, das den ausgestellten Gegenständen beilag, darauf hingewiesen, dass ein derartig angebrachter Innenanstrich noch längere Dauer garantire, als der direct den Witterungseinflüssen ausgesetzte äussere. Wie haltbar eben dieser bei richtiger Ausführung sei, wurde an einem, aus einer Phönix-Säule geschnittenen, exponirten Probestücke gezeigt, dessen Anstrich angeblich zwölf Jahre dem Wetter getrotzt hatte, ohne von demselben zerstört zu werden.

---

*) Bekanntlich sind ganz ähnliche Kaliber von Köstlin und Battig bei der im Jahre 1868 erbauten Donaucanalbrücke der österr. Staatsbahn bei Wien zur Verwendung gelangt.

Nachfolgende kleine Tabelle gibt eine Uebersicht der zur Ausführung kommenden Kaliber und der Gewichte pro laufenden Meter.

Profile und Gewichte der Phönix-Säulen.

Auf Metermass umgerechnet.

Querschnitts-Dimensionen			Gewicht pro laufenden Meter in Kilogramm
Anzahl der Segmente	Innerer Durchmesser in Millimeter	Fleischstärke in Millimeter	
4	92	min. 3	13·9
		max. 8	27·2
4	124	min. 5	24·7
		max. 14	69·4
4	154	min. 5	25·7
		max. 14	76·3
4	183	min. 5	43·6
		max. 30	198·4
5	232	min. 6	69·4
		max. 16	128·9
6	279	min. 6	79·3
		max. 30	297·6
7	330	min. 10	121·4
		max. 16	180·5
8	365	min. 8	119·1
		max. 30	396·8

Man sieht, dass die Fleischstärken schon mit 3 Millimeter beginnen, ein für Brückenbauten bedenklich kleines Mass, welches allerdings nur bei Nebenconstructionstheilen zur Anwendung kommt.

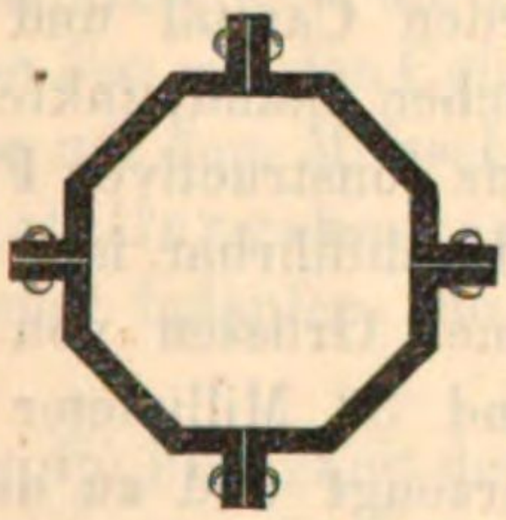
Statt der Segment-Ringform mit Flanschen, welche die Phönixville Works für den Querschnitt gedrückter Stäbe zur Durchführung bringt, hat die Keystone Bridge Co. eine polygonale Anordnung gewählt, die in Fig. 15 zur Darstellung gebracht ist.

Die Bildung der Säule erfolgt stets durch vier Segmente, die entweder an den Flanschen directe aufeinander genietet oder,

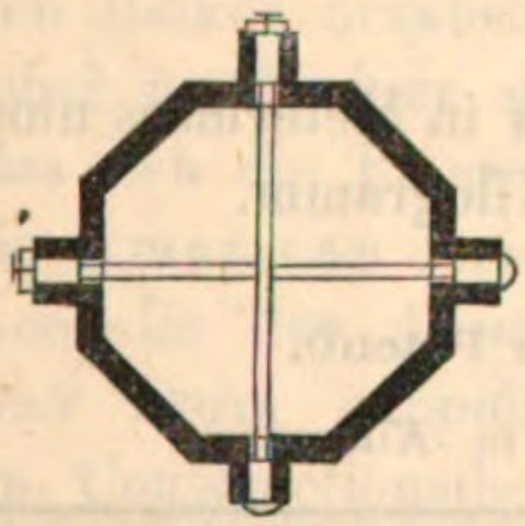
was häufiger ist, durch kurze, zwischengelegte Futterringe regulirt werden. Gegen die Mitte des Stabes werden die Ringe stärker gewählt, so dass hiedurch eine Ausbauchung entsteht.

Die durch Zwischenräume getrennte Anordnung bietet die Möglichkeit, den Anstrich im Innern zu erneuern, da die Oeffnungen weit genug sind, um mit dem Pinsel durchzukommen, und ausserdem den Vortheil besitzen, bei Brücken an den Durchkreuzungsstellen directe die Zugbänder durch die Streben führen zu können. Ob auf die Schwellung besonderer Werth zu legen sei, lassen neuerlich angestellte, auf Seite 80 beschriebene Versuche

Fig. 15 *a.*



b.



Aelteres Profil der Keystone Bridge Co. in Pittsburg (Penn.)

Fig. 16 *a.*

b.

Neues Profil der Keystone Bridge Co. in Pittsb. (Penn.) Piper's Patent.

nicht vollständig erkennen; es scheint, dass der Widerstand gegen Einknicken hiedurch nicht sonderlich erhöht wird.

Vor Kurzem musste (nach Gleim) das Kaliber auf Grund eines von den Patent-Inhabern der Phönix-Säule erhobenen erfolgreichen Anspruches als Eingriff in ihre Rechte von der Keystone-Compagnie aufgegeben werden.

In letzterer Zeit hat die Keystone Bridge Co. eine andere Säulenform in Anwendung gebracht, die in der Ausstellung zu sehen war und deren Querschnitt in beistehender Fig. 16 ihre Erklärung findet. Sie ist Herrn J. L. Piper mit 13. Mai 1873 patentirt.

Für die dargestellte Anordnung, die keinerlei Nietarbeit erfordert, werden vom Erfinder anderen Façonen gegenüber nachstehende Vortheile angesprochen:

1. Ausnützung jedes einzelnen Theiles des Materials.

2. Schutz gegen Oxydation, geboten durch den luftdichten(?), mittels Anpressens erhaltenen Anschluss der Theile.

3. Unbestreitbare Superiorität im Vergleiche mit genieteten Säulen.

4. Befähigung der Form für architektonische Ausschmückung.

Fig. 17 zeigt eine decorativ ausgestattete Säule für Hochbauzwecke, wie solche ebenfalls von der angegebenen Firma geliefert werden. In diesem Falle werden Capitäl und Sockel aus Gusseisen hergestellt. Vom ästhetischen Standpunkte aus ist zu bedauern, dass bei dieser gewiss ganz constructiven Form die so wirksame Verjüngung der Säule undurchführbar ist.

Die Caliber werden in verschiedenen Grössen von 4, 6, 9 und 15 Zoll, respective 10, 15, 23 und 38 Millimeter Durchmesser und beliebigen Fleischstärken erzeugt und zu denselben Preisen, wie genietete Constructionen gleicher Tragkraft, hintangegeben.

Wir bringen für einige Kaliber das in Metermass umgerechnete Gewicht pro laufenden Meter in Kilogramm.

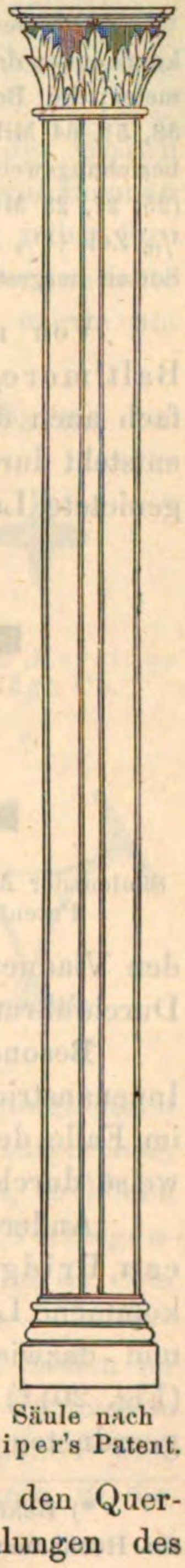
Keystone-Säulen (Piper's Patent).

Gewichte pro laufenden Meter in Kilogramm.

Querschnittsform		Millimeter Fleischstärke je eines Segmentes			
Durchmesser der Säule in Millimeter	Anzahl der Segmente	$6^1/_3$	$12^2/_3$	19	$25^2/_5$
102	4	29·24	49·98	—	—
152	4	42·17	70·82	—	—
229	4	—	100·13	143·95	—
305	4	—	129·51	183·82	244·06
381	6	—	190·34	264·55	337·23

Die Herstellung dieser Form geschieht in der Weise, dass die einzelnen Segmente separat gewalzt, die so erhaltenen Stäbe in horizontaler Lage provisorisch durch Kloben zusammengehalten, und die die Flanschen der Segmente zum Schluss bringenden Nutheisen von rechts nach links über die Flanschen durch starken Zug aufgebracht werden. Als der Verfasser die Fabrik besichtigte, waren hiefür noch ganz provisorische Vorrichtungen in Anwendung, die jedoch bald durch definitive ersetzt werden sollen. Schliesslich wird die Säule nochmals durch die Walzen geführt, wodurch sich die schwalbenschwanzförmigen Nutheisen fest mit den Cylindertheilen verbinden und nur mehr mit dem Meissel getrennt werden können. Die Herstellungskosten sollen sich nicht auf die Hälfte jener belaufen, die für genietete Säulen sich ergeben.

Fig. 17.



Säule nach Piper's Patent.

Um die Festigkeit der Verbindung zu erproben, hat man derartige Säulen aus einer Höhe von 7 Meter auf einen Balken herabstürzen lassen. Sie bogen sich hiebei nach einer stetig gekrümmten Curve, ohne dass sich die Flanschen loslösten.

Die American Bridge Comp. hatte in der Maschinenhalle der Ausstellung Stäbe von eigenthümlicher Form exponirt, die sie für ihre gedrückten Constructionstheile anwendet und deren Querschnitt in Fig. 18 dargestellt ist.

Sie bestehen aus zwei eigenen Façoneisen, deren Form Herrn E. Hemberle, dem Ingenieur der Compagnie, patentirt ist, und welche wohl auch den Namen Trogeisen führen, und einem mit demselben vernieteten I-Eisen.

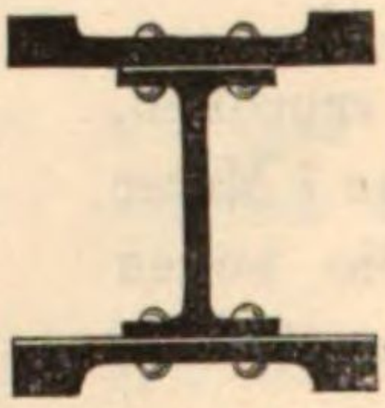
Der Vortheil dieser Form ist, dass der Anstrich aller Flächen jederzeit erneuert werden kann, indem dieselben vollkommen zugänglich sind. Ausserdem ist es an jenen Stellen, wo der gedrückte Stab in den Bolzen am Knotenpunkte eingreift, möglich, den Querschnitt und die Auflagerfläche durch, in die Höhlungen des

⌴-Eisens eingelegte Platten, die mit demselben vernietet werden, zu verstärken.

Die Gesammtbreite eines solchen Trogeisens beträgt je nach den vorkommenden drei Hauptkalibern 8, 10, 12 Zoll, beziehungsweise 20, 25, 30 Centimeter; die Breite der stärkeren Flanschen $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ Zoll, beziehungsweise 38, 51, 64 Millimeter, die Minimaldicke des mittleren Theiles $^4/_{16}$, $^5/_{18}$, $^6/_{16}$ Zoll, beziehungsweise 6, 8, $9^1/_2$ Millimeter; jene der Flanschen 1, $1^1/_{16}$, $1^1/_8$ Zoll (25, 27, 28 Millimeter). Durch ein weiteres Auseinanderstellen der Walzen um $^1/_{16}$ Zoll ($1^1/_2$ Millimeter) wird jedes dieser drei Kaliber noch in drei stärkeren Sorten hergestellt, so dass im Ganzen neun solcher zur Verwendung kommen.

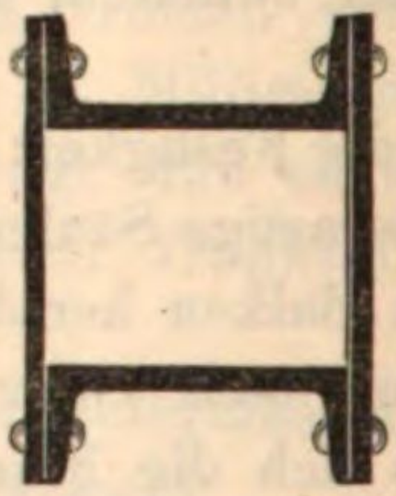
Von mehreren Compagnien, so von der Louisville, der Baltimore, der Keystone Bridge Company findet man vielfach auch die in Fig. 19 versinnlichte Form in Anwendung. Sie entsteht durch zwei [-Eisen, sogenannte Channel bars, und darüber genietete Lamellen oder Gitterwerk. Letztere Anordnung ist bei

Fig. 18.



Säulen der American Bridge Co.
Patent E. Hemberle.

Fig. 19.



Säule aus Channel bars.

den Viaducten der Cincinnati Southern Railway fast allgemein in Durchführung (siehe das Capitel Viaducte).

Besondere Sorgfalt wird auch hier der Möglichkeit des Innenanstriches zugewendet und finden wir aus diesem Grunde, im Falle der Anwendung voller Lamellen, dieselben stets stellenweise durchbrochen.

Andere minder verbreitete Formen sind die von der American Bridge Company für eiserne Pfosten zur Anwendung gekommene Latticed strut, aus vier Winkeleisen als Eckversteifungen und dazwischen liegenden gitterförmigen Flacheisen bestehend (Fig. 20)*); ferner die nach Art der englischen Druckstäbe angeordneten, aus zwei Flacheisen und dazwischen angeordneten

*) Bekanntlich liess sich Herr Friedmann diese Form in Oesterreich für Hochbauzwecke, gelegentlich seines Markthallenprojectes, patentiren.

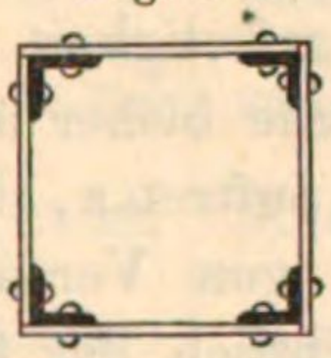
Stehbolzen namentlich bei der Louisville Bridge & Iron Co. in Gebrauch kommende Construction; die in Fig. 21 dargestellte Form, sowie das für kleine Druckstreben übliche Kaliber in Fig. 22, welche beide bei der Keystone Bridge Co. Anwendung finden.

Wir erwähnen ferner drei eigenthümliche, von der Union Iron Co. in Buffalo zur Ausstellung gebrachte Querschnittsformen für gedrückte Stäbe, die in beistehenden Figuren von selbst ihre vollständige Erklärung finden. Der unter Fig. 23 versinnlichte Typus führt den Namen der Kellogg-Säulen und wurde am 3. Februar 1874 patentirt.

Fig. 21.

Type der Keystone Bridge Co.

Fig. 20.



Sänlen der Amer. Bridge Co.

Fig. 22.

Type der Keystone Bridge Co.

Fig. 23 *b*.

a. *c*.

Säulen nach Kellogg's Patent.

Ist auch der Anordnung *a* der Vortheil der Zugänglichkeit ihrer Theile für die Erhaltung des Anstriches nicht abzusprechen, was bei den Constructionen *b* und *c* nicht der Fall ist, so leiden doch alle an den grossen Nachtheilen, die so starke Verbiegungen der einfachen Querschnittform mit sich bringen, und an dem Mangel der Verbindungsfähigkeit mit anderen Theilen.

Eine weitere, ebenfalls für gedrückte Stäbe und Säulen im Hoch- und Brückenbau mitunter zur Anwendung kommende Form, die gleichfalls von obengenannter Firma exponirt war, zeigen die sogenannten V-Beams, die meist zu Paaren in der Weise ◇ aufeinandergestellt angeordnet werden.

Schliesslich möge noch eines Kalibers für schmiedeiserne Säulen gedacht werden, welches von der Passaic Rolling Mills Co., N. J., zur Ausstellung gebracht worden war und aus einer Reihe von Segmenten einer Ringfläche bestand, die von Aussen durch Rippen verstärkt waren. Das Kaliber zeigte, wie manche andere, das Bestreben, die für Druckaufnahme so günstige Form der Phönix-Säulen durch eine ähnliche zu ersetzen und hiedurch das Patent zu umgehen.

Die Berechnung der gedrückten Stäbe erfolgt in den Vereinigten Staaten meist nach der Gordon'schen oder Rankine'schen Formel für die Zerknickungsfestigkeit.

Die Unsicherheit, welche bisher in der Wahl der Constanten lag, die in den Formeln auftreten, bewog die Cincinnati Southern Railway eine Reihe von Versuchen anstellen zu lassen, welche einen Schluss hinsichtlich der Genauigkeit der genannten Regeln für die Verwendung in der Praxis und einen Vergleich der einzelnen zur Durchführung kommenden Querschnittsformen und Befestigungsweisen gestatten sollten.

Die beiden Formeln lauten bekanntlich:

$$\text{Gordon } \frac{P}{F} = \frac{k}{1 + \alpha \left(\frac{l}{d}\right)^2}$$

$$\text{Rankine } \frac{P}{F} = \frac{k'}{1 + \alpha' \left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

wobei P die Kraft, bei welcher eine Biegung eintritt, F die Querschnittsfläche, d den Durchmesser, r den Trägheitsradius derselben, l die Stablänge, α, beziehungsweise α' eine von der Art der Endbefestigung abhängige Constante bezeichnet, und zwar gilt für Schmiedeisen:

Art der Endbefestigung:	Werth von α	Werth von α'
Beide Enden flach aufsitzend	1 : 3000	1 : 36000
Ein Ende flach, eines abgerundet . .	2 : 3000	2 : 36000
Beide Enden abgerundet	4 : 3000	

k, respective k' bedeutet eine vom Material abhängige Constante.

Diesen Werth von k zu ermitteln, war Zweck der Versuche. Für denselben wurden in den Vereinigten Staaten bisher verschiedene Annahmen gemacht; so setzt z. B. die Keystone Bridge Co. k = 36.000 bis 40.000 Pfund pro Quadratzoll (englisches Mass) = 2·53 bis 2·81 Tonnen pro Quadratcentimeter für hohle Schmiedeisensäulen, während sie gleichzeitig vierfache Sicherheit annimmt.

A. Versuche mit Säulen der American Bridge Company (siehe Fig. 18).

Tabelle I.

Nr.	Der Versuch wurde vorgenommen wann	wo	Erzeugungsort des Eisens	Dimensionen des Versuchsstückes: Länge	Durchmesser[1]	Verhältniss des Durchmessers zur Länge	Quadrat Querschnittsfläche	Quadrat des Trägheitsradius	Entfernungen der Nieten	Art der Endbefestigung	Beanspruchung pro Quadratzoll in Pfunden: an der Elasticitätsgrenze	an der Bruchgrenze	Elasticitäts-Modul	Werth K berechnet nach Formel von: Gordon	Rankine	Bemerkungen
12	1875 2. Juni	Chicago, Ill.	Cleveland-Walzwerk. Cleveld., O.	20′ 0″	10 × 9·5	25·3	20·10	8·653	8	Enden eben, flach auf Gusseisen aufstehend, Endnieten auf 3″ nahe gestellt.	15.000	19.000[2]	20,200.000	—	—	[2]) In Folge unebenen Aufsitzens die Probe bei dieser Beanspruchung unterbrochen.
18	3. Juni	„	„	20′ 0″	10 × 9·5	25·3	20·10	8·653	8	„	23.000	31.500	23,600.000	37.500	37.300	Gebrochen durch Seitwärtsbiegung.
19	„	„	„	27′ 0″	10 × 9·5	34·1 [32·4]	20·10	13·510 [8·653]	8	„	24.000	27.800	32,900.000	38.600 [37.500]	33.700 [37.200]	Bruch durch Abwärtsbiegung in der Ebene des grösseren Trägheitsradius, die Zahlen in [ ] beziehen sich auf die seitwärts gebogene Säule.
15	„	„	„	30′ 0″	8[1]) × 8 3/8	45·0	14·97	5·388	8	Wie oben	13.000	23.700	26,000.000	39.700	39.500	Bruch durch Seitwärtsbiegung.
16	„	„	„	20′ 0″	8 × 8[1])	30·0	12·50	5·479	8	Die Enden in einem 3 1/8″ stark. Bolzen steckend, das Innere des Trageisens beiderseits durch eine 7/8″ starke, 6 1/4″ lange Platte ausgefüllt. I-Eisen am Auflager abgeschnitten. Bolzen in der Mitte unterstützt.	15.000	26.700	28,900.000	42.700	42.300	„
17	„	„	„	20′ 0″	10 × 10 1/2	24·0	19·90	8·733	8		12.000	26.500	23,100.000	36.700	36.200	„
13	2. Juni	„	„	26′ 0″	12 × 10 3/4	29·0	25·05	18·215	8		12.000	24.000	30,400.000	37.500	31.100	Bruch durch Niederbiegung in der Ebene des grösseren Trägheitsradius.
14	3. Juni	„	„	26′ 0″	10 × 10 1/2	31·2	20·72	8·733	8		14.000	22.000	26,000.000	36.300	35.600	Bruch durch Seitwärtsbiegung.

B. Versuche mit Phönix-Säulen (siehe Fig. 14).

6	27. Ap.	Pittsburg, Penn.	Phönixville, Penn.	15′ 0″	8·05	22·4	14·09	8·536	6	Die Enden geebnet, flach aufsitzend.	35.000	37.500	27,400.000	43.700	41.500	Bruch durch Ausbiegung.
10	2. Juni	Chicago	„	27′ 0″	8 1/8	39·9	13·70	8·935	6	Die Enden eben auf Gussplatten von 8 1/2″ Quadrat sitzend, deren 1 Zoll hoher Anguss in die Säulenhöhlung eingreift. Die letzten vier Nieten auf 3″ entfernt.	18.000	31.000	29,100.000	47.400	41.100	„
28	5. Aug.	Pittsburg	„	28′ 0″	8 1/4	40·7	13·58	8·935	6	Enden geebnet. Nieten wie oben. Im Centrum mit 650 lbs. balancirt.	22.000	34.800	25,700.000	54.600	47.000	Bruch durch Ausbiegung niederwärts.
29	5. Aug.	„	„	28′ 0″	8 1/4	40·7	13·58	8·935	6	„	18.000	36.600	28,500.000	57.500	49.000	Bruch durch Ausbiegung aufwärts.
11	2. Juni	Chicago	„	27′ 0″	8 1/8	39·9	13·89	8·935	6	Enden geebnet, auf Gussstücken mit sphärischer Basis und 2″ Eingriff in die Höhlung sitzend. Endnieten wie oben.	17.000	21.700	27,100.000	44.700 67.700	35.900 50.000	Bruch durch Ausbiegung.

[1]) Die erste der beiden Zahlen bezeichnet die Breite des ⌊⌋-Eisens, die zweite den Abstand der beiden ⌊⌋-Eisen, von Aussenkante zu Aussenkante gemessen.

Zu Seite 80.

C. Versuche mit Keystone-Säulen (siehe Fig. 15).

Nr.	Der Versuch wurde vorgenommen wann	wo	Erzeugungsort des Eisens	Dimensionen des Versuchsstückes: Länge	Durchmesser [5]	Verhältniss des Durchmessers zur Länge	Quadrat Querschnittsfläche	Quadrat des Trägheitsradius	Entfernungen der Nieten	Art der Endbefestigung	Beanspruchung pro Quadratzoll in Pfunden: an der Elasticitätsgrenze	an der Bruchgrenze	Elasticitäts-Modul	Werth K berechnet nach Formel von: Gordon	Rankine	Bemerkungen
	1875															
1	19. Ap.	Pittsburg, Penn.	Union Iron Mills zu Pittsburg	0′ 9″	$8^1/_8$	1·1	14·25	—	5	An beiden Enden ohne Schuhe flach aufstehend, Nieten direct durch die Flanschen.	—	45.000 [1] 51.500 [2]	—	—	—	[1] Zwischen den Nieten zeigen sich Buckel. [2] Vollständiger Bruch.
7	27. „	„	„	15′ 0″	8·3	21·7	14·62	9·206	6	„	17.500	30.000	23,800.000	34.700	32.900	
9	28. „	„	„	15′ 0″	8·85	20·3	23·67	7·833	6	„	19.000	32.000	24,700.000	36.400	35.700	Zwischen den Octanteisen waren durchgehende Bleche eingenietet und diese an der Kreuzungsstelle durch durchlaufende Winkeleisen verbunden. Gebrochen durch Biegung zwischen den Nieten.
27	3. Juli	„	„	27′ 0″	$8^5/_8$	37·6	18·83	9·798	12	Enden flach, Nieten direct durch die Flanschen.	18.000	27.800	23,700.000	40.800	36.000	Die Eisen der Säulen wurden weich und schlecht durch Walzen geschweisst, Bruch durch Niederbiegen.
24	2. „	„	„	27′ 0″	$9^1/_2$	34·1	19·20	12·041	12	Enden durch 12″ liegende Platten verstärkt, flach aufsitzend.	15.000	25.000	26,500.000	34.700	31.100	Nieten diametral durch die Octanteisen, Bruch durch Seitwärtsbiegung.
26	3. „	„	„	27′ 0″	$9^3/_8$	34·6	14·49	11·178	12	Enden in Gussstücken, die auf $3^1/_2$″ den Hohlraum ausfüllen, durch Bolzen befestigt.	17.000	27.500	27,500.000	38.400	34.700	Bruch durch Niederbiegen, Nieten diametral durch die Octanteisen.
30	5. Aug.	„	„	27′ 0″	$9^1/_2$	34·1	15·13	11·464	12	Enden durch aufgenietete Diagonalplatten und 2 Winkeleisen auf 18″ verstärkt ohne Schuhe.	12.000	30.000	19,300.000	42.100	37.600	Nieten wie oben.
2	19. Ap.	„	„	5′ 0″	9·3 × 10·1 [1]	6·5	14·25	11·044	15	Wie unter Nr. 26.	—	33.600	—	34.100	33.900	Gebrochen durch Ausbauchung zwischen den Nieten, diese wie oben.
3	19. „	„	„	15′ 0″	$9^1/_4 \times 11^1/_4$ [1]	19·5	14·84	10·834	15	„	—	28.800	34,600.000	32.400	31.200	Nieten diametral. Gebrochen durch Ausbiegung.
8	28. „	„	„	15′ 0″	9 × $11^1/_2$ [1]	20·0	14·80	10·353	15	Enden durch Diagonalplatten und 4 Winkeleisen auf 12″ verstärkt, Enden flach aufsitzend.	15.000	36.900	29,600.000	41.800	40.100	Nieten diametral. Bruch durch Ausbauchung zwischen den Nieten.
4	20. „	„	„	27′ 0″	9·2 × 11·62 [1]	35·2	12·96	10·883	15	Wie unter Nr. 26.	16.700	24.100	—	34.100	30.600	Nieten diametral. Bruch durch Ausbiegung.
25	3. Juli	„	„	27′ 0″	$9^5/_8 \times 12$ [1]	33·7	18·83	11·424	12	„	12.000	21.100	28,100.000	29.100	26.500	Nieten diametral. Bruch durch Niederbiegen.
31	5. Aug.	„	„	27′ 0″	$9^1/_2 \times 12$ [1]	34·1	15·13	11·464	12	Enden wie Nr. 30.	16.000	25.400	23,600.000	36.100	31.900	Nieten diametral.
5	21. Ap.	„	„	27′ 0″	9·22 × 11·6 [1]	35·1	13·12	10·945	—	Enden in einem Gussstück mit Flanschen, dieses auf einem Zapfen ruhend.	15.000	22 000	23,500.000	40.000	33.700	

D. Versuche mit][Formen diverser Firmen.

23	29.Juli	Chicago, Ill.	Pencoyd Iron Works nächst Philadelphia, Penn.	24′ 0″ [2]	10 × $8^7/_{16}$	34·1	13·70	11·628	4	Enden eben, flach aufsitzend. Die vorletzte Nietreihe auf 3″, die letzte auf 2″ Distanz gebracht.	15.000	33.200	28,900.000	46.100	39.800	Vor der Probe wurde die Säule um $^7/_{16}$″ im Querschnitt verdreht. Die Säule in der Mitte mit 300 lbs. balancirt. Gebrochen durch Niederbiegung.
22	„	„	Ohio falls Iron Works in New Alb., Ind.	26′ 0″ [3]	10 × $7^1/_2$	41·6	13·60	9·347	$4^1/_2$	Enden eben, flach aufsitzend, die letzten 5 Nietreihen auf 3″ gestellt.	16.000	30.000	27,800.000	47.300	38.700	Die Säule im Centrum durch 300 lbs. balancirt. Gebrochen durch Aufwärtsbiegung.
32	26. Ag.	Pittsburg, Penn.	Union Iron mills Pittsburg, Penn.	27′ 0″ [4]	$10^1/_2 \times 9^1/_4$	30·9	26·05	10·909	6	Ebene Enden, keine Schuhe.	15.000	30.200	30,100.000	39.800	38.300	Gebrochen durch Seitswärtsbiegung.
21	29.Jun	Chicago, Ill.	wie 23	25′ 9″ [5]	$10^1/_2 \times 7^1/_2$	30·9	13·60	11·000	$4^1/_2$	An den Enden $1^1/_2$″ Verstärkungsplatten 22″ lang, Nieten 3″ entfernt. Enden in $3^1/_2$″ Bolzen. Gussstück wie bei Nr. 14.	18.000	25.500	31,000.000	41.700	37.800	Gebrochen durch Seitwärtsbiegung.

[1] Die Säulen geschwellt, die grössere Zahl bezieht sich auf den Durchmesser im Centrum. [2] Baltimore Bridge Co. in Anwendung. [3] Louisville Bridge Co. in Anwendung. [4] Keystone Bridge Co. in Anwendung. [5] Die erste Zahl bezieht sich auf die Breite des Flacheisens, die zweite auf die Basis des Eisens nach der doppelten Flacheisendicke.

Die grosse Wichtigkeit, welche diese Frage besitzt, wird es nicht ungerechtfertigt erscheinen lassen, wenn wir die Versuche selbst in den Originalmassen anführen.

Aus der Vergleichung und Prüfung der, an den Probesäulen vorgenommenen Versuche zog man folgende allgemeine Schlüsse:

1. Bei Säulen von gleicher Dimensionirung, aber verschiedener Länge, jedoch aus derselben Eisensorte hergestellt, differiren die aus der Formel berechneten Werthe von k nicht mehr, als wie sie sich aus dem gewöhnlichen Mangel an Gleichförmigkeit in der Qualität des Eisens ergeben; die Unterschiede sind nicht grösser als jene, welche den Grenzwerthen für die Zugfestigkeit von Eisenproben entsprechen würden, die in demselben Werke hergestellt sind.

2. Bei Säulen von verschiedener Querschnittsform, welche aus verschiedenen Eisensorten erzeugt sind, variiren die berechneten Werthe von k nicht mehr als die Festigkeits-Coëfficienten von Eisen aus verschiedenen Werken.

3. Gordon's und Rankine's Formeln müssen für Säulen mit ebener Auflagerung an den Enden bei differirender Länge und Querschnittsform als praktisch correct erachtet werden, vorausgesetzt, dass man den mit Rücksicht auf die Festigkeitsgrenze des betreffenden Materials ermittelten Werth von k in Rechnung zieht. Diese Werthe von k sind nahezu proportional, doch nicht gleich der Beanspruchung an der Festigkeitsgrenze und nicht dieselben in beiden Formeln, indem sie sich für Rankine's Ausdruck stets kleiner als bei Gordon herausstellen.

4. Für Säulen, welche an den Enden auf Bolzen (pins) ruhen, gibt sowohl die Gordon'sche als auch die Rankine'sche Formel unter Einführung jener Constanten, welche für, an einem Ende abgerundete, am anderen flachaufsitzende Stäbe gelten, annäherungsweise richtige Resultate, wenn man den durch die Versuche ermittelten Werth von k einführt.

5. Für ausgebauchte Säulen ist die Formel brauchbar, wenn in ihr der Durchmesser an den Enden eingesetzt wird.

6. Es ist für alle, im Bauwesen zur Anwendung kommenden Säulen und speciell für offene Formen von grösster Wichtigkeit, dass die einzelnen Theile an den Enden wohl genietet sind und möglichst ebene und passende Auflagerflächen hergestellt werden.

Als mittlerer Werth von k' wurde von der genannten Bahn, welche die jedenfalls rationellere Rankine'sche Formel acceptirte, bei ihren Berechnungen für schmiedeiserne Säulen 38.000 Pfund pro Quadratzoll (englisches Mass) = 2·67 Tonnen pro Quadratcentimeter bei fünffacher Sicherheit angenommen.

Es ist interessant, auf Grund der mitgetheilten Versuche die Uebereinstimmung mit der mehrfach in Deutschland üblichen, theoretisch streng richtigen Formel $\frac{P}{F} = \frac{E\, r^2\, \pi^2}{l^2}$, welche eine centrische Wirkung der Last P bei abgerundeten Enden voraussetzt, zu vergleichen. Wählen wir hiefür zunächst die Versuche 16, 17, 13, 14, Tabelle A, so erhält man für den Werth $\pi^2\, E \left(\frac{r}{l}\right)^2 \frac{F}{P}$, welcher theoretisch gleich 1 sein soll, die beziehungsweisen Werthe: 1·02, 1·30, 2·34, 1·05. Es ist bemerkenswerth, dass die schlechteste Uebereinstimmung mit jenem Versuche stattfindet, bei dem der Bruch nicht in der Ebene des kleineren Trägheitsradius erfolgte, mit einem Versuche also, der keineswegs als normaler zu gelten hat; bei den übrigen Versuchen aber ist mit Rücksicht auf die rohe Ermittlung der übrigen Grössen die Uebereinstimmung immerhin eine solche, dass hieraus nicht die Unrichtigkeit des Gebrauches des obigen Ausdruckes gefolgert werden kann.

ZUGSTÄBE.

Wie bei den Druckstäben finden wir auch bei der Herstellung der gezogenen Glieder mehrfache Unterschiede sowohl hinsichtlich der in den einzelnen Etablissements üblichen Durchbildung als hinsichtlich ihrer Erzeugungsweise.

Die Keystone, die American Bridge Co., die Phönixville Bridge Works, sowie die Edge Moor Iron Works u. a. hatten diesbezügliche Objecte zur Ausstellung gebracht.

Hinsichtlich der äusseren Form sind es hauptsächlich die in Fig. 24, 25, 26 dargestellten Typen, welche für Stäbe, die bedeutendere Zugspannungen aufzunehmen vermögen, in Anwendung kommen; seltener finden wir im Untergurte die in Fig. 27 versinnlichte Anordnung, welche vielmehr zur Aufhängung der Querträger an die Bolzen der Gelenke ziemlich allgemein üblich ist.

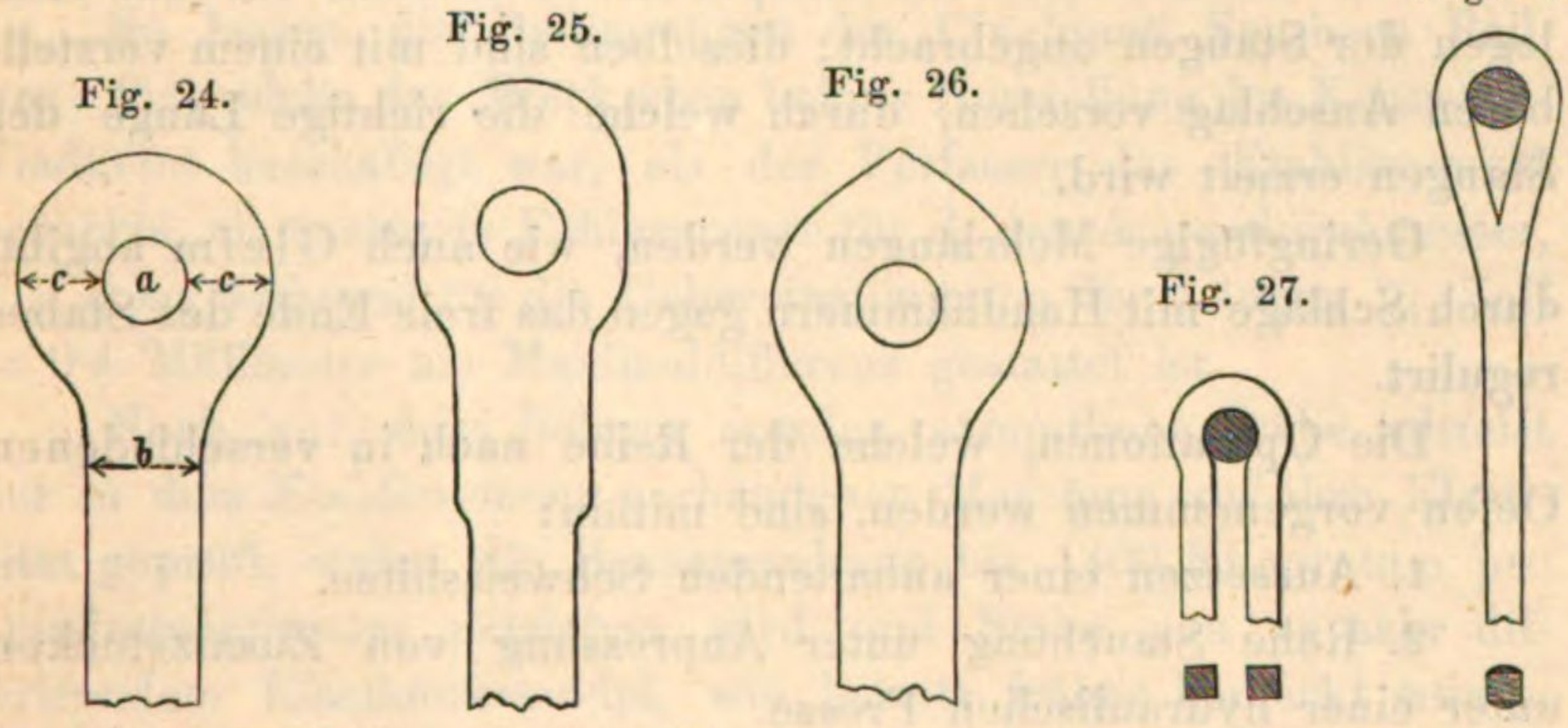
Die Gegendiagonalen des verticalen Gitterwerkes, sowie die Zugbänder der Windverstrebung werden meist aus Rund- oder Quadrateisen erzeugt, das entweder an beiden oder an einer

Seite mit einem Öhre versehen ist, welches um den Bolzen greift; an Stelle des zweiten ist dann ein Schraubengewinde eingeschaltet, welches mit Hilfe einer Mutter angezogen werden kann; im ersten Falle besteht die Schliesse aus zwei Theilen, welche an den Enden Gegengewinde eingeschnitten haben, über welche ein Schraubenbügel greift, der die Adjustirung ermöglicht.

Die entschieden wichtigste Rolle spielen die zuerst genannten Zugglieder; für diese werden die Augen gesondert nach eigenthümlichen Methoden geformt und erzeugt.

Um das günstigste Verhältniss zwischen den einzelnen Abmessungen derartiger Augen zu finden, wurden in jüngster Zeit zahlreiche Versuche über Anregung der Cincinnati Southern

Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28.



Formen der Zugstäbe. Zugstäbe.

Railway an den zu Edgemoor hergestellten Stäben durchgeführt. Ehe wir auf die hochinteressanten Daten eingehen, möge zuvor die Herstellung der Augen, deren Form Fig. 24 zeigt, näher beleuchtet werden, wobei zugleich bemerkt wird, dass das diesbezügliche Verfahren von vielen Fachmännern als das beste unter den derzeit in den Vereinigten Staaten übliche gilt.

Herr Sellers, dem die Methode patentirt ist, hatte in der Maschinenhalle Gelegenheit geboten, die hiebei in Verwendung kommenden Oefen näher zu studiren. Bei dem Besuche des Werkes kam der Verfasser in die Lage, das Verfahren selbst praktisch durchführen zu sehen.

Um das Auge zu bilden, legt man am Ende des Stabes ein mit demselben gleichbreites, kurzes, eventuell noch ein zweites

Stück auf und bringt das Ganze zur Schweisshitze. In diesem Zustande kommt es in ein entsprechendes Gesenke unter eine hydraulische Presse mit zwei Cylindern zu liegen, hinsichtlich deren weiterer Details wir auf den Bericht des Herrn Wencelides (XII. Heft, S. 178) verweisen. Bei diesem Drucke tritt eine Verbreiterung des Stab-Endes und, da der Stab selbst durch ein paar Klemmbacken festgezwängt ist, eine kleine Stauchung an der Verbindungsstelle ein.

Nachdem das Stück neuerdings in Schweisshitze gebracht, erfolgt die genaue Formgebung und das Lochen in einer zweiten Presse, welche mittelst zweier Hübe nacheinander beide Operationen verrichtet.

Vor den Pressen sind entsprechende Bahnen für das Auflegen der Stangen angebracht; dieselben sind mit einem verstellbaren Anschlag versehen, durch welche die richtige Länge der Stangen erzielt wird.

Geringfügige Mehrlängen werden, wie auch Gleim angibt, durch Schläge mit Handhämmern gegen das freie Ende des Stabes regulirt.

Die Operationen, welche der Reihe nach in verschiedenen Oefen vorgenommen werden, sind mithin:

1. Aussetzen einer anhaltenden Schweisshitze.
2. Rohe Stauchung unter Anpressung von Zusatzstücken unter einer hydraulischen Presse.
3. Neuerliches Hitzen in einem zweiten Ofen.
4. Formgebung im Gesenke, durch welches zugleich die zu durchlöchernde Stelle genau fixirt wird.
5. Durchpressen des Loches.
6. Nachträgliches Ausbohren des Loches.

Auf letztere Operation ist besonderes Gewicht gelegt, damit es mit der nöthigen Exactheit erfolge, die hier unbedingt erforderlich ist, da geringe Längenänderungen ungleiche Inanspruchnahmen der Stäbe, im Falle sie parallel zu einander angeordnet sind, hervorrufen können.

Um den Einfluss der Temperatur zu eliminiren, erfolgt die Adjustirung mittelst eines Massstabes, der ein- für allemal in den grossen Gussplatten eingravirt ist, auf welchen die Zurichtung der Stäbe erfolgt. Diese als Träger von kleinerer Masse und gute

Wärmeleiter nehmen bald die Temperatur der Unterlage an und zeigen, nach dem daselbst abgenommenen Masse adjustirt, bei gleichen Temperaturen stets gleiche Längen.

Die Löcher an beiden Enden werden hiebei gleichzeitig ausgebohrt und wird der erforderlichen Genauigkeit dadurch Rechnung getragen, dass man das Ausbohren eines jeden Loches durch zwei aufeinander folgende Bohrschneiden ausführen lässt, von denen die zweite so wenig nachzuputzen hat, dass sie erfahrungsmässig für sämmtliche zusammengehörige Stäbe der grössten vorkommenden Spannweiten ausreichen soll, ohne die Fehlergrenze, welche wie meist so auch hier von den einzelnen Werken garantirt wird, zu überschreiten.

So lassen die Bedingungen der Cincinnati Southern Railway, für welche das Werk eben behufs Herstellung des Kentucky-Viaductes beschäftigt war, als der Verfasser das Etablissement besuchte, als äusserste Fehlergrenze für d, den Augendurchmesser, $^1/_{100}\ d$ zu, während für die Uebereinstimmung der Längen $^1/_{64}$ Zoll $= 0{\cdot}4$ Millimeter als Maximaldifferenz gestattet ist.

Noch vor dem Bohren werden sämmtliche Stäbe mittelst der in dem Etablissement vorhandenen Maschine auf ihre Elasticität geprüft, wobei die Beanspruchung bis 1400 Kilogramm pro Quadratcentimeter getrieben wird und Stäbe von zu sehr differirendem Elasticitätsmodul, wie bereits früher bemerkt wurde, ausgeschieden werden.

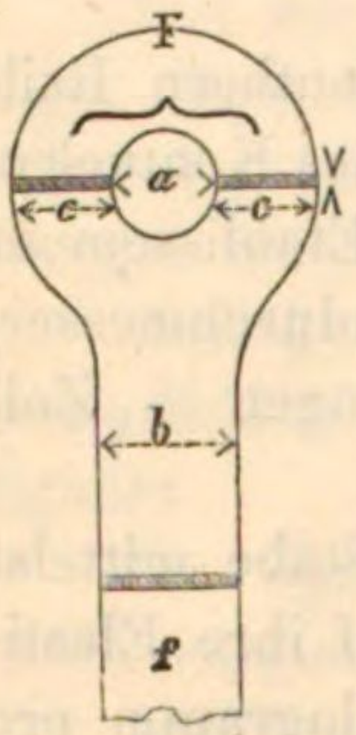
Was nun die oben erwähnten Versuche anbelangt, so wurden dieselben an zahlreichen, derart erzeugten Zugstäben (Eye Bars) angestellt, um sie hinsichtlich ihrer Festigkeit gegen Zerreissen, sowie betreffs des Widerstandes zu untersuchen, den die halbe Fläche des Loches bei verschiedenen Modificationen der Lochweite, des Bolzendurchmessers, der Stabbreite etc. zu leisten vermag. Die Dicke des Stabes am Auge wurde mit jener im übrigen Theile gleichgehalten.

Diese Versuche, für welche uns leider der Raum gebricht, um sie vollinhaltlich mittheilen zu können, führten zu dem Resultate, dass, wenn der Durchmesser des Bolzens relativ mit der Breite des Stabes wächst, die Breite des Auges an jeder Seite des Bolzens ebenfalls wachsen müsse, um den gleichen Widerstand wie die Stäbe selbst zu bieten. Wenn der Bolzendurch-

messer 0·67 bis 1·5 der Stabbreite beträgt, muss die Breite des Auges ausserhalb des Bolzens von 1·5 bis 2·0 variren, natürlich stets nur für den Fall, dass man es mit oben beschriebenen Stäben zu thun habe. Für gehämmerte Stäbe wurde eine Reihe von Versuchen (57) von Shaler Smith 1868 für die St. Charles-Brücke vorgenommen. Wir bringen im Nachstehenden die von der Cincinnati Southern Railway hienach adoptirten Regeln.

Bezeichnet man die Querschnittsfläche des Auges mit F, jene des Stabes mit f, so ist, wenn a der Bolzendurchmesser, b die Stabbreite, δ die Stabdicke.

Fig. 29.



Zugstab der Baltimore Bridge Co.

für $\frac{a}{b}$	bei hydraulisch-gepressten Stäben		bei gehämmerten Stäben	
	$\frac{F}{f}$	max. $\frac{\delta}{b}$	$\frac{F}{f}$	max. $\frac{\delta}{b}$
0·67	1·50	0·21	1·33	0·21
0·75	1·50	0·25	1·33	0·25
1·00	1·50	0·38	1·50	0·38
1·25	1·60	0·54	1·50	0·54
1·33	1·70	0·59	—	—
1·50	1·80	0·70	1·67	0·70
1·75	2·00	0·88	1·67	0·88
2·00	2·20	1·08	1·75	1·08

Als Breite des Auges gemessen in der Verlängerung der Stabachse ist bei hydraulisch-gepressten Stäben $^3/_4$ a, bei gehämmerten a zu nehmen.

Hinsichtlich der Form wäre noch zu bemerken, dass als Radius für die Abrundungen, welche den Uebergang des Auges in die geradlinige Begrenzung der Zugstange vermitteln, meist der Durchmesser des äusseren Augenrandes angenommen wird.

Das in anderen Etablissements hinsichtlich der Herstellung der gezogenen Stäbe übliche Verfahren weicht von dem oben beschriebenen in mehr oder minder erheblicher Weise ab. Nach dem Vorgange der Keystone Bridge Co. werden die Augen ebenfalls am Stabe selbst durch Aufstauchen der glühend gemachten Enden des Stabes nach einem patentirten, hydraulisch durchgeführten Verfahren hergestellt. Zwei aufeinander passende, flache Halbgesenke schliessen einen Hohlraum von der Gestalt des zu bildenden Auges ein. Nachdem das heisse Ende des Stabes von der offenen Seite her in diesen Raum geschoben ist, wird der Stab durch eine Kniehebelpresse eingeklemmt, während

gleichzeitig die Gesenke, auf hydraulischem Wege niedergebracht, das weiche Material zur Ausfüllung der Form auseinanderquetschen. Hiebei reicht eine Hitze nicht aus und kommen ebenfalls zwei bis drei in Anwendung.

Besondere Vorsicht wird auf die Herstellung der Bolzenlöcher verwendet. Die Zugstäbe, welche auf denselben Dorn zu sitzen kommen, werden, um eine gleichmässige Länge zu erzielen, übereinander gelegt gleichzeitig gebohrt, so dass vier bis sechs unter einem auf den Bohrtisch zu liegen kommen.

Als Regel für die Dimensionirung des Auges und sein Verhältnisse zum Zapfen gilt hier, wie wir directe den Vorschriften für die Berechnung, wie sie die Company eingeführt, entnehmen:

„Wenn Zugstangen mit aufgesetzten Enden zur Verwendung kommen, soll die Dicke des Auges jene des Flacheisens um $^1/_8$ Zoll (3·2 Millimeter) und, wenn nöthig, mehr übersteigen.

Folgende Bedingungen sind zu beachten:

1. Die Querschnittsfläche des Auges, exclusive des Bolzens, soll 1·4- bis 1·5mal jene des Flacheisens betragen.

2. Der Durchmesser des Zapfens ist mit 0·6 der Breite des Zugbandes anzunehmen.

3. Die Querschnittsfläche des die Vereinigung bewirkenden Zapfens darf nicht kleiner als die Querschnittsfläche des grössten, daselbst angebrachten Zugbandes sein.

4. Der Oberflächendruck auf die halbe Cylinder-Innenfläche des Auges darf 8000 bis 10.000 Pfund pro Quadratzoll (562 bis 703 Kilog. pro Quadratcentimeter) nicht überschreiten. Der Bolzen ist nach der grössten Zugstange zu dimensioniren und hiebei, wenn die ununterstützte Länge des Bolzens zwei Durchmesser überschreitet, auf die durch Biegung entstehende Beanspruchung Rücksicht zu nehmen."

Bei den Regeln für die Dimensionirung des Untergurtes finden wir die Bedingung, dass die Querschnittsfläche des Bolzens sich zu jener des Gurtzuggliedes oder gezogenen Gitterstabes wie 4:5 verhalten solle und die Fläche der den Zug aufnehmenden halben Lochmantelfläche gleich oder grösser als die Querschnittsfläche des stärksten Gurtgliedes oder Gitterstabes zu machen sei.

Derartige Regeln, die den Hauptvorwurf, den man den Bolzenverbindungen macht, dass um den Bolzen herum eine zu

starke Beanspruchung eintrete, entkräften, zeigen das sichtliche Bestreben, die Verbindung am Knotenpunkte mit einem eben solchen Sicherheitsgrade zu dimensioniren, als er den Querschnittsgrössen der Stäbe selbst zu Grunde liegt.

Ein Hauptverdienst, die Berechnung der Bolzenverbindung auf rationelle Grundlagen gestellt zu haben, gebührt ausser den Veranstaltern der zahlreichen, praktischen Versuche, die man zu diesem Ende machte, wohl Bender, der zuerst eine eingehendere Theorie hiefür entwickelte.

Auch die Phönixville Bridge Works hatten Zugstäbe aus ihrem Etablissement zur Ausstellung gebracht. Das Verfahren weicht ebenfalls von den bisher beschriebenen etwas ab, indem die hochkantig gestellte Stange mit ihrem vorderen, rothwarm gemachten Ende in ein zweitheiliges Gesenke eingespannt und sodann in der Gesenk-Erweiterung durch einen entsprechend geformten Stempel, welcher hydraulisch vorgeschoben wird, gestaucht wird. Nach einer zweiten Hitze wird in einer verticalen Presse erst das gestauchte Ende geformt und das Loch durch einen Eindruck von $^1/_3$ Materialstärke markirt, während eine zweite Maschine das Loch vollends durchpresst, wobei die Einkerbung als Matrize dient.

Die American Bridge Co. stellt die Augen ihrer Stäbe als gesonderte Stücke her und schweisst dieselben nachträglich. Die Bearbeitung geschieht hiebei lediglich durch Schmieden ohne Vermittlung eigener Apparate. Hinsichtlich der Wahl des Materials für die Augen scheint nicht immer die nöthige Vorsicht zu herrschen. Der Verfasser sah gelegentlich seines Besuches dieser Werke hiefür Eisenabfälle aller möglichen Art verwendet, doch wurde ihm bedeutet, dass dies nur bei untergeordneten Constructionen der Fall sei und man hinsichtlich der ganzen Fabrication auf neue Einführungen sinne. Die Form der Stäbe ist meist die in Figur 25 dargestellte. Hiebei ist est üblich, $^1/_5$ der Breite als Zuschlag zu geben, so dass $C = 0{\cdot}66$ gemacht wird, ausserdem wird die Augendicke um $^1/_8$ Zoll stärker als jene des übrigen Stabes gehalten und an der Schweissstelle etwa 10 Procent Zuschuss gegeben.

Auch die Watson Manufacturing Co., deren Etablissement der Verfasser leider nicht besuchen konnte, wendet nach Mittheilungen Gleim's Augen an, welche aus einem eigenen, etwas

stärker als der Stab gehaltenen Stücke Flacheisen hergestellt werden, das man von einem Ende her aufspaltet und dessen so gebildete Lappen um einen Dorn herum zusammengelegt und in der Schweisshitze verbunden werden, worauf die richtige Gestaltgebung des Auges durch Ausschmieden in Gesenken erfolgt. Beide Verfahren repräsentiren die ältere Methode.

BOLZEN.

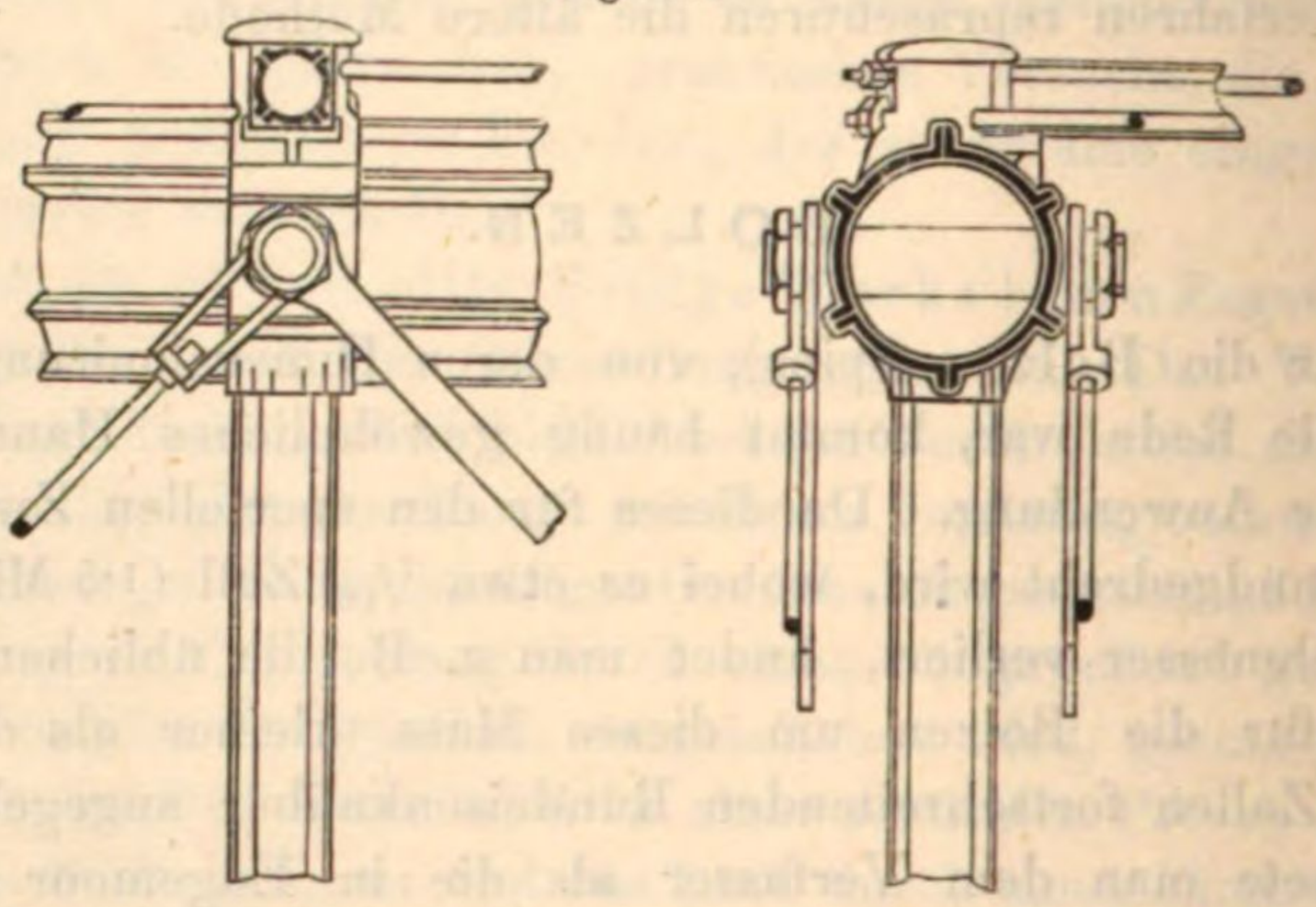
Für die Bolzen (pins), von deren Dimensionirung bereits früher die Rede war, kommt häufig gewöhnliches Handelsrundeisen zur Anwendung. Da dieses für den speciellen Zweck erst eigens rundgedreht wird, wobei es etwa $^1/_{16}$ Zoll (1·5 Millimeter) an Durchmesser verliert, findet man z. B. die üblichen Durchmesser für die Bolzen um dieses Mass kleiner als die, nach ganzen Zollen fortschreitenden Rundeisenkaliber angegeben. So bezeichnete man dem Verfasser als die in Edgemoor zur Verwendung kommenden Durchmesser $2^{15}/_{16}$, $3^{15}/_{16}$, $4^{15}/_{16}$ etc. Zoll, beziehungsweise 74, 100, 127 etc. Millimeter. Um den Bolzen möglichste Festigkeit zu geben, werden dieselben vielfach aus besonders sehnigem Eisen hergestellt, welches zu diesem Zwecke eigens kalt gewalzt wird.

B. DIE ANORDNUNG DER KNOTENVERBINDUNGEN UND IHRE WERTHSCHÄTZUNG.

Die Verbindung, welche bei Clarke, Reeves & Co. üblich und in den Fig. 30 bis 33, die auf eine Brücke mit untenliegender Fahrbahn (Through Bridge) sich beziehen, zur Darstellung gebracht ist, charakterisirt sich durch die Form der gedrückten Theile, bei denen die bereits früher beschriebenen Phönix-Säulen zur Anwendung kommen. Als eigentliche Vermittler sind an den Knotenpunkten kurze Gussstücke eingeschaltet, durch welche der cylindrische Bolzen führt. Das Gussstück besitzt Ansätze, welche in die Höhlung der gedrückten Stäbe und des Obergurtes greifen, und durch welche der Stab gegen Seitenverschiebung geschützt

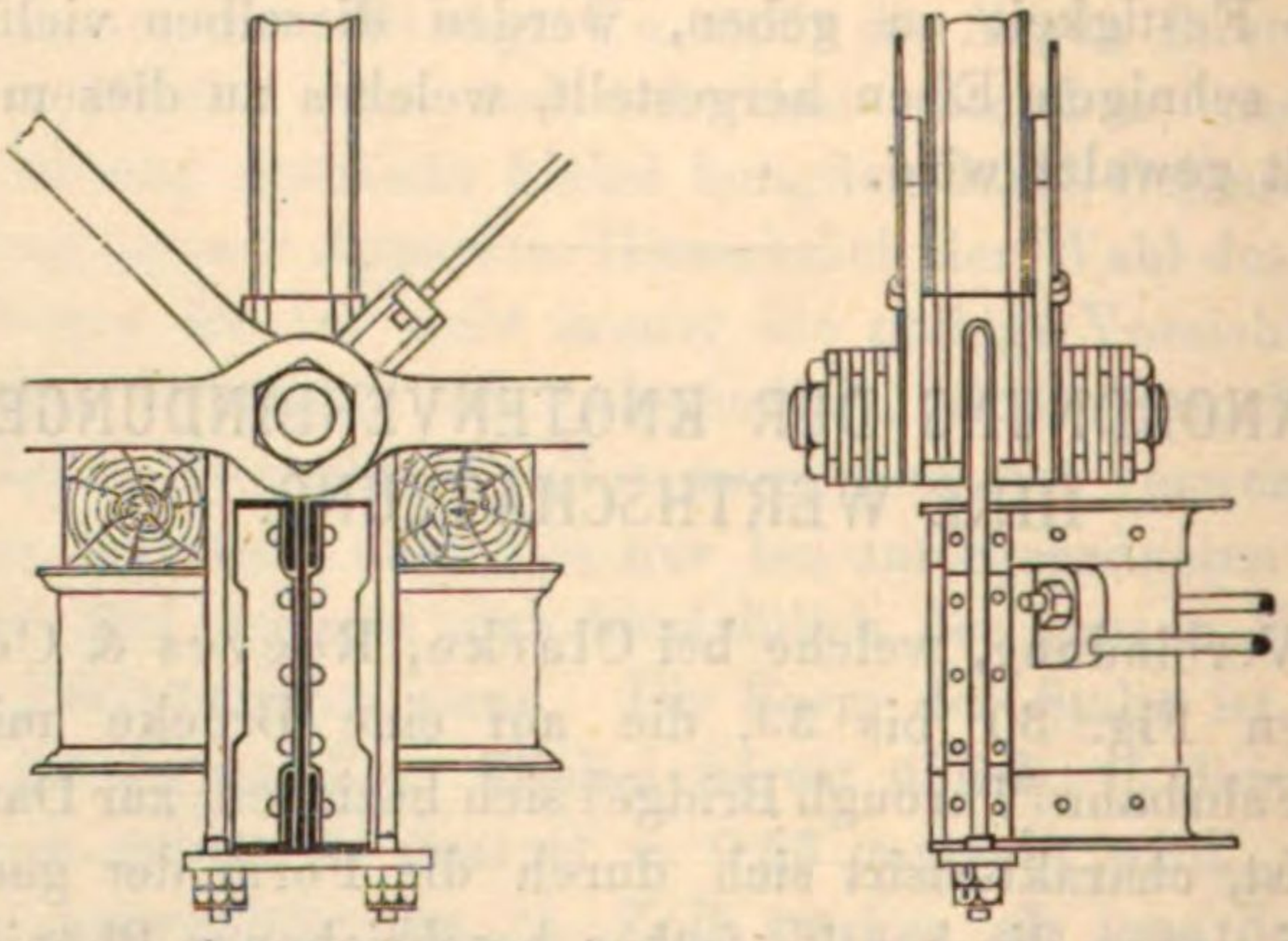
wird, während die eigentliche Druckübertragung durch das glatte Aufsitzen der sauber gearbeiteten Fläche erfolgt, mit der das Ende der Säule gegen das Gussstück stösst. Durch niedrige Schraubenmuttern werden die Zugbänder und Gegendiagonalen,

Fig. 30.



Obere Knotenpunkts-Verbindung von Clarke, Reeves & Co.

Fig. 31.



Untere Knotenpunkts-Verbindung von Clarke, Reeves & Co.

welch letztere, als Rundstäbe construirt, eine directe Anspannung an der Verbindungsstelle gestatten, gegen das Gussstück gepresst und gegen ein Ausweichen gesichert. Ein oben domförmig vorspringender Theil des Gussstückes ermöglicht zugleich die An-

bringung der Windverstrebung, deren Zugbänder aus Rundeisen hergestellt und mit Schrauben verbunden sind, während die Streben ebenfalls aus Phönix-Eisen gebildet erscheinen.

Am Untergurte gestaltet sich (Fig. 31) das Gussstück einfacher, es umgreift kugelförmig das untere Ende der Säule und dient lediglich zur Aufnahme des Dornes, während die untere Windverstrebung an dem Querträger angebracht ist und durch eigene kleine Gussstücke vermittelt wird. Die Detaildurchbildung dieser Klötze, die je zwei gegenüber in ein rundes Loch der Querträger greifen und daselbst schraubenförmig aneinander schliessen, ist Gegenstand eines eigenen Patentes.

Charakteristisch an dieser Anordnung gegenüber der europäischen ist die, durch die Anwendung der Bolzen gebotene Aufhängung der Querträger mittelst eigener Rundeisen, die den Zapfen umschliessen und am unteren Ende mit Schraubengewinden versehen sind. An diesen steckt eine Mutter, die das ganze Gewicht des Querträgers aufnimmt. Um ein Losewerden dieser Schrauben zu verhüten, was von grossem Unheile begleitet sein könnte, sind sie mit Gegenmuttern versichert. Ist die Fahrbahn oben angebracht, so wird das Ende der Verticalen auf eine einfache Abschlussplatte gestützt, welche mittelst eines eigenen Bolzens im Innern der Säule an den Knotenpunktsbolzen angehängt ist.

Fig. 33 zeigt ein festes Auflager, Fig. 32 den oberen Endknotenpunkt mit der Befestigung des schiefen Ständers.

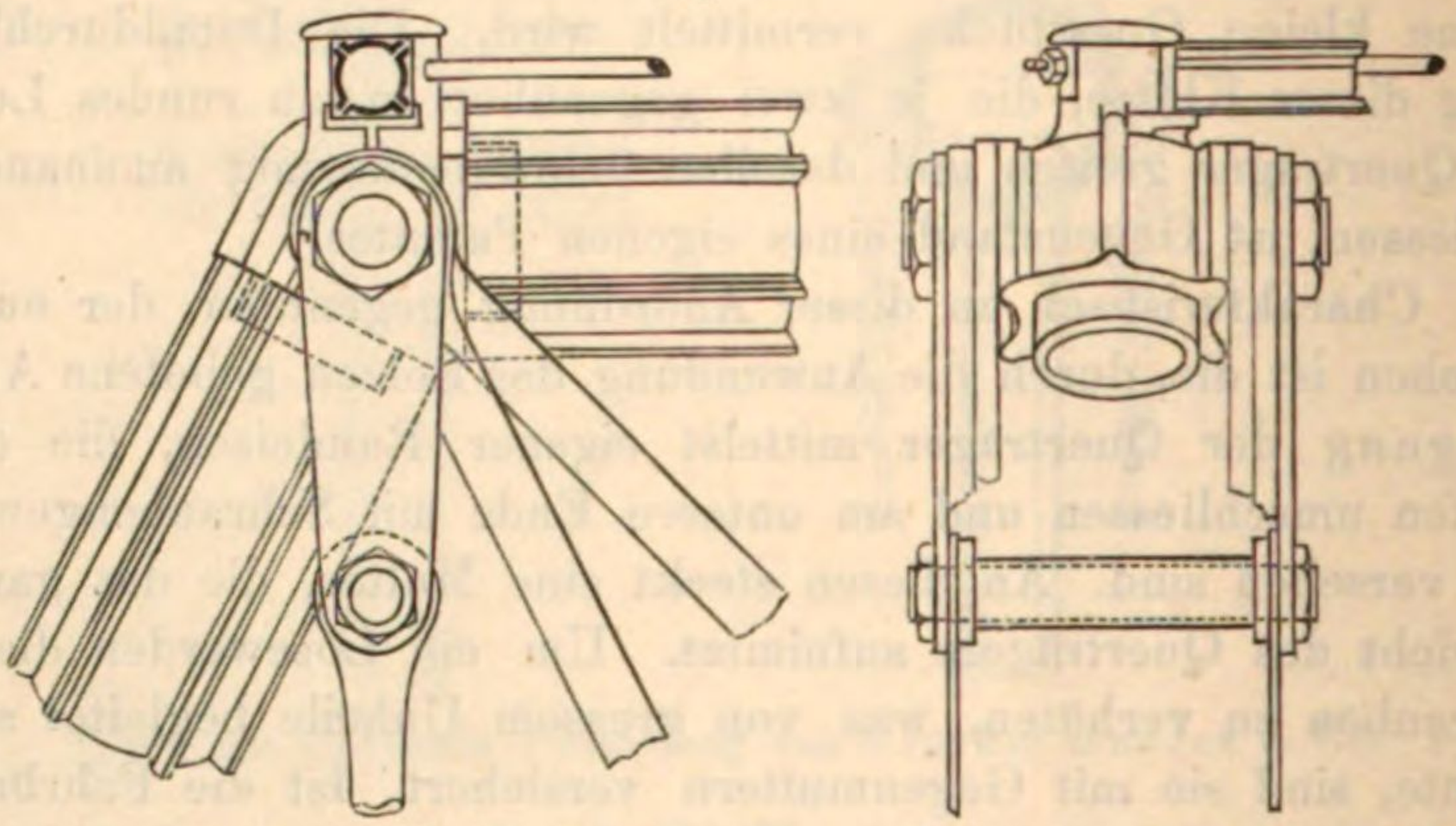
Um dem verhältnissmässig schwachen Endzugbande nicht das dem starken Bolzen entsprechende Auge geben zu müssen, ist hiefür ein eigenes Vermittlungsstück angebracht. Die ganze Anordnung leidet an einigen, nicht zu leugnenden Uebelständen.

Ausser der Schwierigkeit der Erneuerung des Oelanstriches der Säulen, welcher schon früher gedacht wurde, fordert der Umstand, dass die Säule einen grossen Theil der Bolzenlänge einnimmt und die Zugbänder erst ausserhalb derselben angeordnet werden können, besonders lange Bolzen, welche hiedurch leicht Biegungen nachgeben und auf die äussersten Zugbänder die Spannung nicht mehr mit entsprechender Gleichförmigkeit übertragen. Bei der Albany-Brücke kommen Bolzen von 1·5 Meter vor.

Diesem Uebelstande hat man durch grössere Gusskästen, welche, oben mit Ansätzen versehen, die Phönix-Säule aufnehmen,

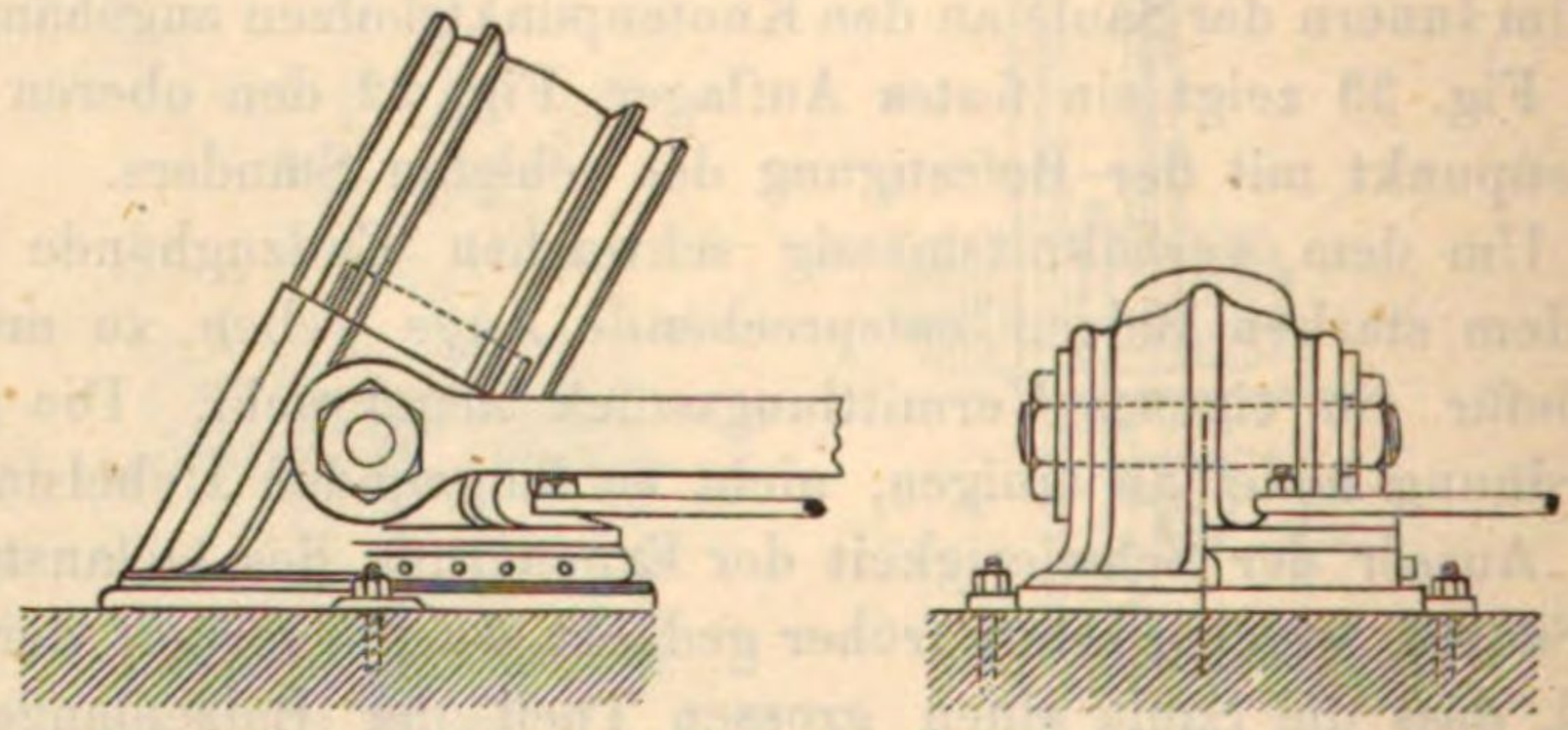
unten aber den ganzen Raum für die Anbringung der Zugbänder und Gurte frei lassen, indem sie den Bolzen mittelst einzelner Rippen unterstützen, wie dies beispielsweise bei der von der Louisville Bridge Co. an der Brücke über den Ohio angewendeten Construction der Fall war. (Abbildungen hierüber siehe Winkler, Eiserne Gitterbrücken, II. Auflage, S. 90 und 169).

Fig. 32.



Obere Endknotenpunkts-Verbindung von Clarke, Reeves & Co.

Fig. 33.



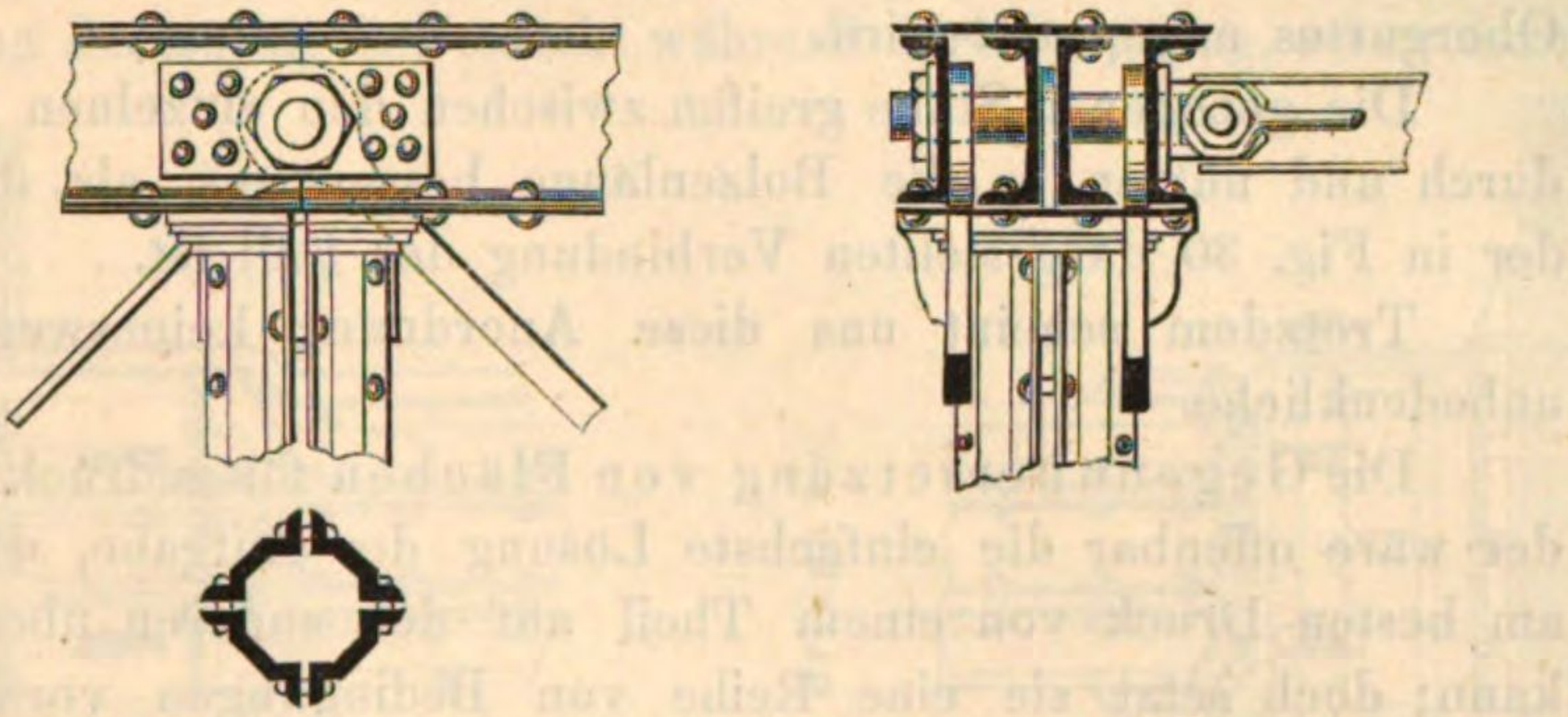
Festes Lager von Clarke, Reeves & Co.

Verbindungen, bei denen ebenfalls gusseiserne Stücke als Vermittler auftreten, findet man ferner bei der Watson Manufacturing Co., die wir jedoch leider nicht näher zu studiren Gelegenheit fanden, so dass wir auf Gleim's Arbeit verweisen müssen.

Fig. 34 bis 37 zeigt den bei der Keystone Bridge Co. üblichen Typus; für den Obergurt sind Channel bars in Verwendung

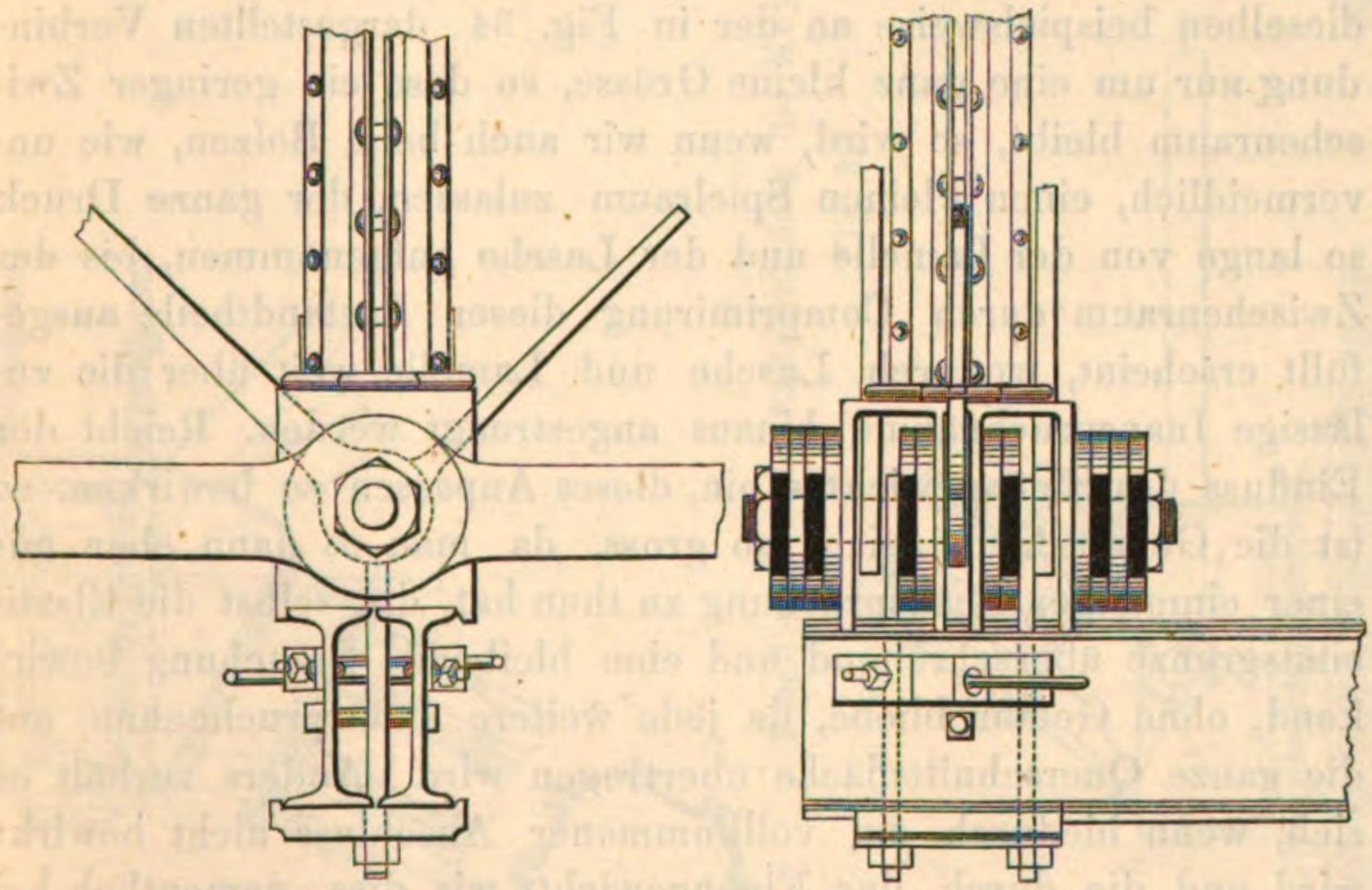
gebracht, die durch eine oder mehrere obere Lamellen, sowie durch ein unten angebrachtes Gitterwerk aus Flacheisen die nöthige Querverbindung erhalten.

Fig. 34.



Obere Knotenpunkts-Verbindung dor Keystone Bridge Co.

Fig. 35.



Untere Knotenpunkts-Verbindung der Keystone Bridge Co.

An den Knotenpunkten laufen die Façoneisen nicht durch, sondern stehen mit glatt bearbeiteten Flächen aneinander. Um sie gegen seitliche Verschiebung zu schützen, erscheinen sie durch eine Lasche verbunden, deren eines Ende im Hüttenwerke angenietet, deren anderes bei der Montirung durch Nieten oder Schrau-

ben mit dem Gurte in Verbindung gebracht wird und gleichzeitig dem Zapfen eine grössere Auflagerfläche gewährt. Der gedrückte Stab stösst an die sauber gearbeitete Fläche eines Gussstückes, welches ebenfalls glatt gegen die untere Fläche des Obergurtes angepresst wird.

Die gezogenen Stäbe greifen zwischen den einzelnen [-Eisen durch und nützen so die Bolzenlänge besser aus, als dies bei der in Fig. 30 dargestellten Verbindung der Fall ist.

Trotzdem scheint uns diese Anordnung keineswegs eine unbedenkliche.

Die Gegenübersetzung von Flächen für gedrückte Glieder wäre offenbar die einfachste Lösung der Aufgabe, wie man am besten Druck von einem Theil auf den anderen übertragen kann; doch setzt sie eine Reihe von Bedingungen voraus, die durch die Ausführung erfüllt werden müssen, und zwar:

1. Genaue Längen der einzelnen Glieder. Differiren dieselben beispielsweise an der in Fig. 34 dargestellten Verbindung nur um eine ganz kleine Grösse, so dass ein geringer Zwischenraum bleibt, so wird, wenn wir auch beim Bolzen, wie unvermeidlich, einen kleinen Spielraum zulassen, der ganze Druck so lange von der Lamelle und der Lasche aufgenommen, bis der Zwischenraum durch Comprimirung dieser Bestandtheile ausgefüllt erscheint, wodurch Lasche und Lamelle weit über die zulässige Inanspruchnahme hinaus angestrengt werden. Reicht der Einfluss des Eigengewichtes hin, dieses Anpassen zu bewirken, so ist die Gefahr hiebei nicht so gross, da man es dann eben mit einer einmaligen Beanspruchung zu thun hat, die, selbst die Elasticitätsgrenze überschreitend und eine bleibende Stauchung bewirkend, ohne Gefahr bliebe, da jede weitere Inanspruchnahme auf die ganze Querschnittsfläche übertragen wird. Anders verhält es sich, wenn hiedurch ein vollkommener Anschluss nicht bewirkt wird und die durch das Eigengewicht, wie dies namentlich bei kleineren Brücken der Fall sein wird, eintretende Inanspruchnahme nicht zum Stauchen hinreicht; es wird dann jede neue Inanspruchnahme zum Theile noch von den Verbindungsstücken aufgenommen.

2. Genaues Decken der Stossflächen. Findet ein solches nicht statt, und dies kann bei den schmalen Querschnitten der

Gurte leicht vorkommen, so erfolgt die Druckübertragung nicht an der ganzen Stossfläche, sondern nur an einzelnen Stellen und erhöht die Beanspruchung an denselben. Derartige Mängel, die durch ein Verdrehen der Querschnitte, sei es durch Ausseracht-lassung der nöthigen Vorsicht während der Montirung, sei es durch

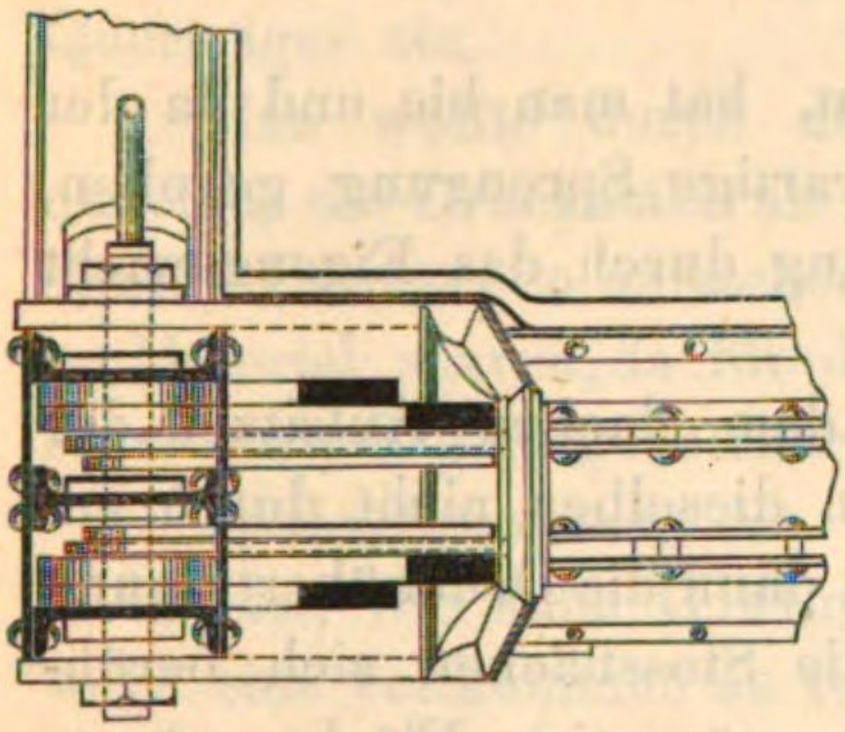


Fig. 36. Detail der oberen Endverbindung der Keystone Bridge Co.

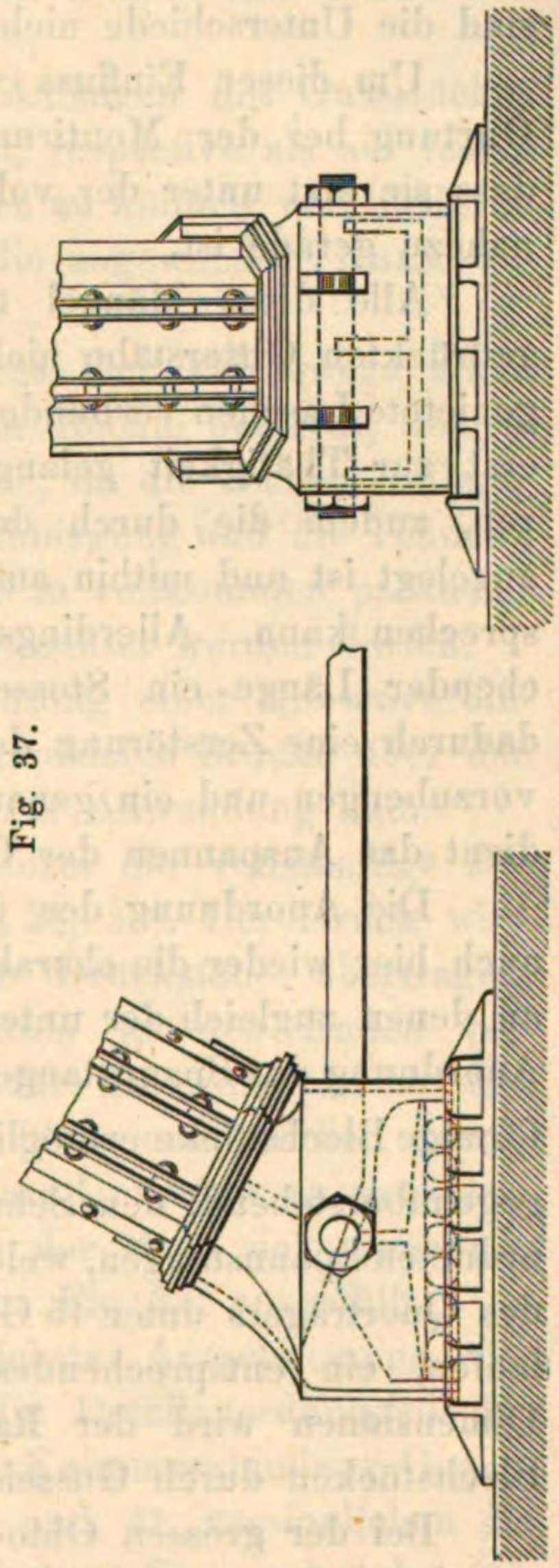
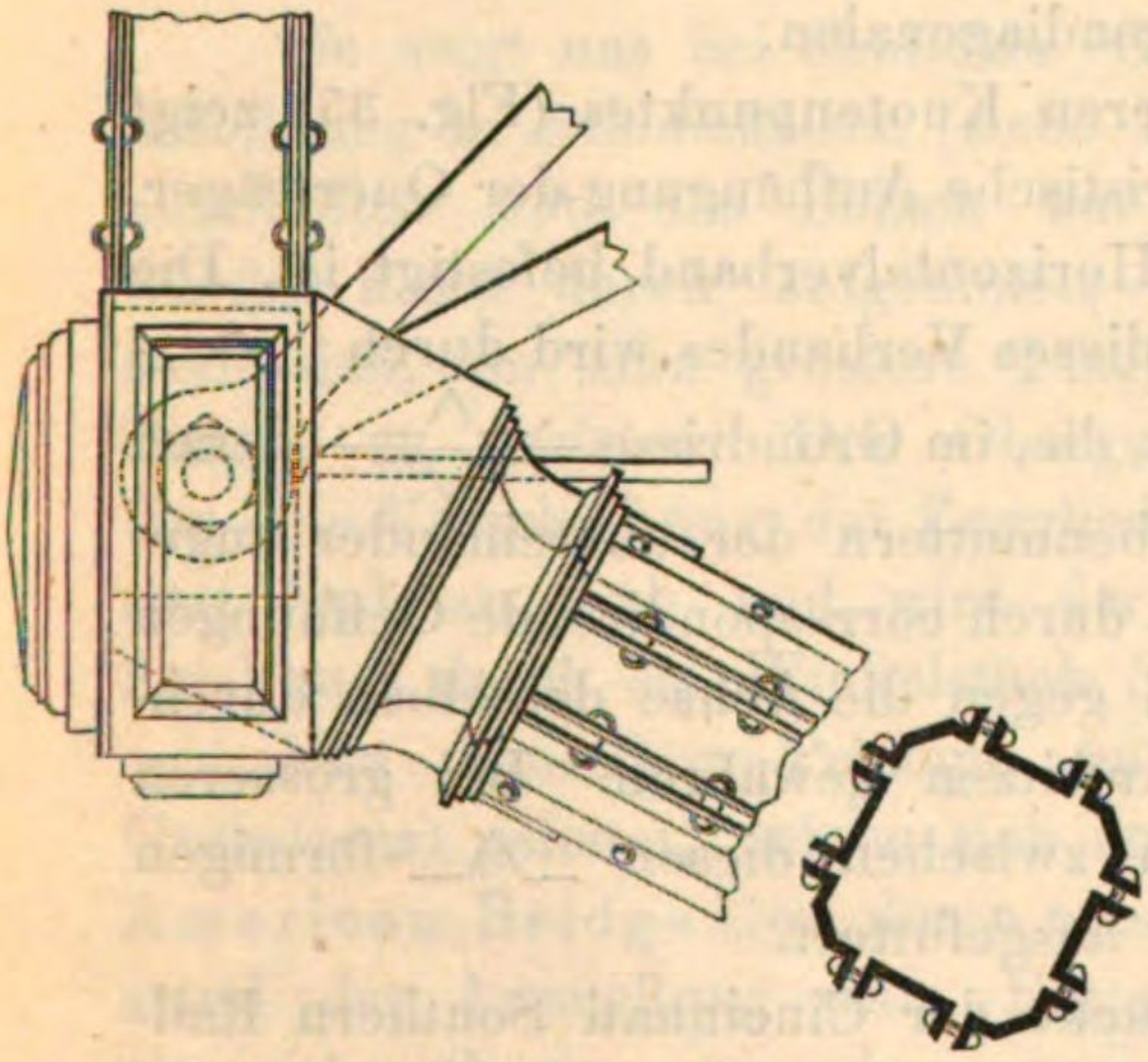


Fig. 37. Festes Auflager der Keystone Bridge Co.



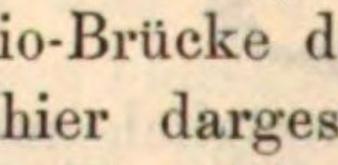
seitliche Stösse, welche nachträglich auftreten, veranlasst werden können, sind an Constructionen dieser Art keineswegs selten.

3. Die Stossflächen sollen auf der Druckrichtung senkrecht stehen. Durch den Umstand, dass sich der Träger bei der Belastung durchbiegt, ändert sich der Winkel, der von

den Achsen der Gurtstücke eingeschlossen wird, welche von demselben Knotenpunkte ausgehen, hiemit aber auch die Neigung der Stossflächen. Wenn auch ein Klaffen nicht eintritt, so erleiden doch die von der Trägerachse weiter entfernten Punkte eine grössere Inanspruchnahme als die derselben näher stehenden. Allerdings sind die Unterschiede nicht gross.

Um diesen Einfluss zu mässigen, hat man hie und da der Gurtung bei der Montirung eine derartige Sprengung gegeben, dass sie erst unter der vollen Belastung durch das Eigengewicht nahezu gerade ist.

Alle diese Mängel treten bei dem flachen Aufsitzen der gedrückten Gitterstäbe nicht ein, wenn dieselben nicht durch angenietete Laschen verbunden sind, weil dann die Druckübertragung erst zur Thätigkeit gelangt, wenn die Stossflächen sich berühren, zudem die durch den Schuh repräsentirte Fläche grösser angelegt ist und mithin auch den Arbeitsunvollkommenheiten entsprechen kann. Allerdings aber könnte ein Mangel an entsprechender Länge ein Stossen des Stabes gegen die Fläche und dadurch eine Zerstörung des Materials bewirken. Um nun diesem vorzubeugen und ein genaues Passen der Druckstäbe zu erzielen, dient das Anspannen der Gegendiagonalen.

Die Anordnung des unteren Knotenpunktes (Fig. 35) zeigt auch hier wieder die charakteristische Aufhängung der Querträger, an denen zugleich der untere Horizontalverband befestigt ist. Die Anordnung der Spannstangen dieses Verbandes wird durch _/_-förmige Blechstücke ermöglicht, die, im Grundrisse  derart gegenüberstehend, den Schraubenmuttern der übereinander angeordneten Spannstangen, welche durch correspondirende Oeffnungen des Querträgers unter 45 Grad gegen die Achse desselben durchlaufen, ein entsprechendes Aufsitzen gewähren. Bei grösseren Dimensionen wird der Raum zwischen diesen _/_-förmigen Blechstücken durch Gusseisen ausgefüttert.

Bei der grossen Ohio-Brücke der Cincinnati Southern Railway hat man statt der hier dargestellten Druckkaliber bereits Piper's Patentsäulen (siehe Fig. 17) zur Anwendung gebracht. Die Knotenverbindungen dieser grossartigen Brücke zeigen, obwohl von derselben Firma ausgehend, doch einige von den hier beschriebenen abweichende Einzelheiten. So hat man den Zugstäben

des Untergurtes oben geradlinig begrenzte Augen gegeben, auf denen die Gussstücke, welche den Bolzen und die Druckstäbe aufnehmen, sitzen, und ein seitliches Ausweichen durch am Zugstabe angesetzte Nasen vermieden. Das unten zur oberen Hälfte symmetrisch gestaltete Auge schliesst in eben solcher Weise den Querträger ein.

Man wollte durch das gerade Aufsitzen des Gussstückes erzielen, die Druckstäbe als eingespannt, respective als auf festen ebenen Endflächen aufstehend betrachten zu können, und hiedurch an Material sparen, da für diesen Fall die angewendete Rankine'sche Formel geringere Stärken gibt.

Diese Annahme, die sich übrigens hier keineswegs allein findet, ist, wie auch Gleim mit vollem Rechte bemerkt, keineswegs eine vollkommen zu rechtfertigende, da die ebenen Auflageflächen der Gussstücke durch die Durchbiegung und die Tendenz des Obergurtes, zu knicken, keineswegs in vollkommen paralleler Lage erhalten bleiben und als fix betrachtet werden dürfen.

Wir schliessen hieran die Betrachtung einer Knotenverbindung, wie sie von Macdonald bei der schiefen Brücke über den Lackawaxen River der Erie Railroad zur Anwendung kam.

Sie zeigt uns bei ähnlicher Gurtform die vollständige Detailbildung in Schmiedeisen (siehe Fig. 38, 39). Der Druck wird unmittelbar von den Bolzen auf die Druckstäbe übertragen, welche hiezu durch aufgenietete Platten an den Enden versteift sind, um eine grössere Fläche für das Aufsitzen auf den Bolzen zu erzielen. Der Obergurt läuft continuirlich durch. Um eine Verschiebung der Zugglieder am Untergurt zu verhüten, sitzt Stab an Stab und wird der in der Mitte sich ergebende Spielraum durch ein Winkelstück (siehe Fig. 39) ausgefüllt.

Von demselben Principe (möglichste Ausschliessung des Gusseisens) geleitet, zeigen sich uns die Detailanordnungen der American Bridge Co., deren neueste Knotenverbindung Gegenstand der Ausstellung war. Fig. 40 und 41 versinnlichen die ältere Anordnung, wie sie einer einfachen Strassenbrücke entnommen ist und deren Wesen aus der Figur, die dem uns jüngst freundlichst zugesendeten Album entnommen ist, klar hervorgeht. Um ein Durchgreifen des Bolzens an der Stossstelle des Gurtes zu vermeiden, ist dieselbe seitwärts gelegt. Als mangelhaft

ist die schwache Auflagefläche des Druckstabes an der Angriffsstelle des Bolzens zu bezeichnen.

Bei der neueren Anordnung (Fig. 42, 43, 44, 45) ist dies durch die bereits früher ausführlicher beschriebenen Trogeisen vermieden. Der Gurt läuft continuirlich durch. Eigenthümlich ist die Anordnung des oberen Querverbandes.

Nur an den oberen Verbindungsstellen des geneigten Endabschlusses finden wir Gusseisen in Anwendung, ebenso an dem Auflager; doch hat man in neuester Zeit auch diese Punkte vollständig gelenkförmig durchgeführt und das Gusseisen ausgeschlossen.

Ein neues Princip der Durchführung der Knotenpunktsverbindungen kam bei dem Träger des Kentucky-Viaductes zur Anwendung, welchen die Baltimore Bridge Co. in Edgemoor erbaute; es wurden hiebei die Bolzen hydraulisch durch die Flächen in den Flanschen der Gurte gepresst, um die Solidität der Verbindung zu schützen. Leider fehlen uns nähere Angaben über diese, in allerjüngster Zeit geschehene Durchführung. Eine Anordnung des Details am Gelenk zeigt Texttafel B.

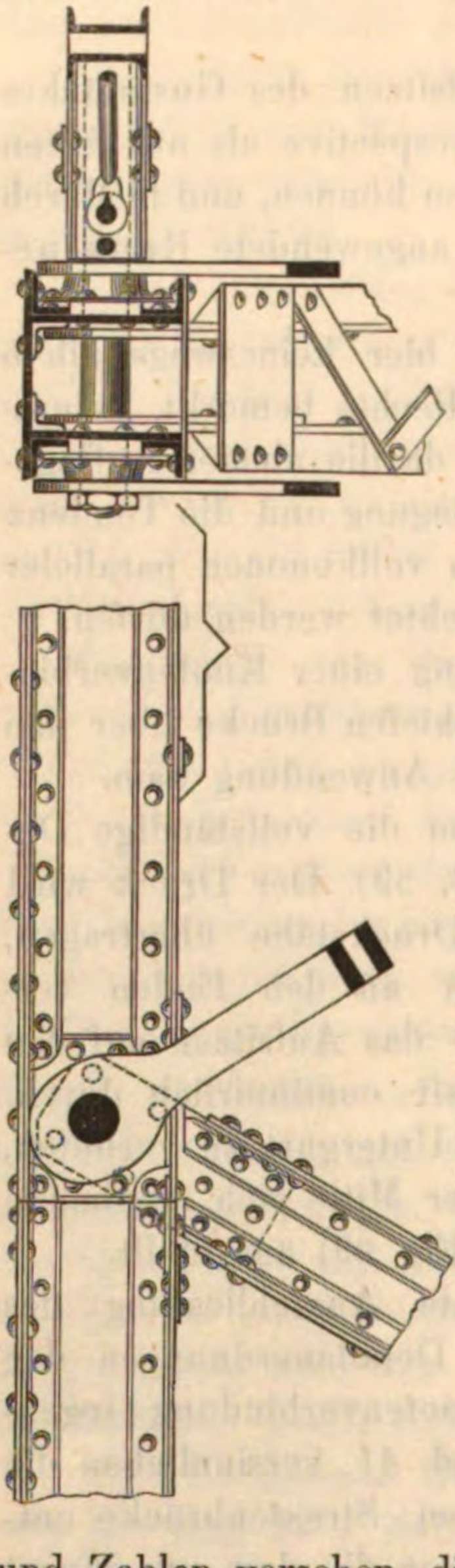


Fig. 38.

Obere Knotenverbindung der Lackawaxen River-Brücke.

Um ein genaues Passen der einzelnen Theile zu erzielen, wird die ganze Brücke in der Werkstätte selbst erst einmal zusammengestellt, dann werden die einzelnen Theile den Werkzeichnungen gemäss mit Buchstaben und Zahlen versehen, die bearbeiteten Theile mit Talg und Bleiweiss überzogen, die übrigen mit Oelfarbe angestrichen.

Es scheint nicht unangezeigt, an den Schluss dieses Abschnittes eine kleine Untersuchung über die Zweckmässigkeit der Bolzen-

verbindung im Vergleich zu unserer Nietverbindung anzustellen. Der Umstand, dass dieses Capitel schon vielfach discutirt worden, rechtfertigt seine Kürze. Der Vortheil, welchen die amerika-

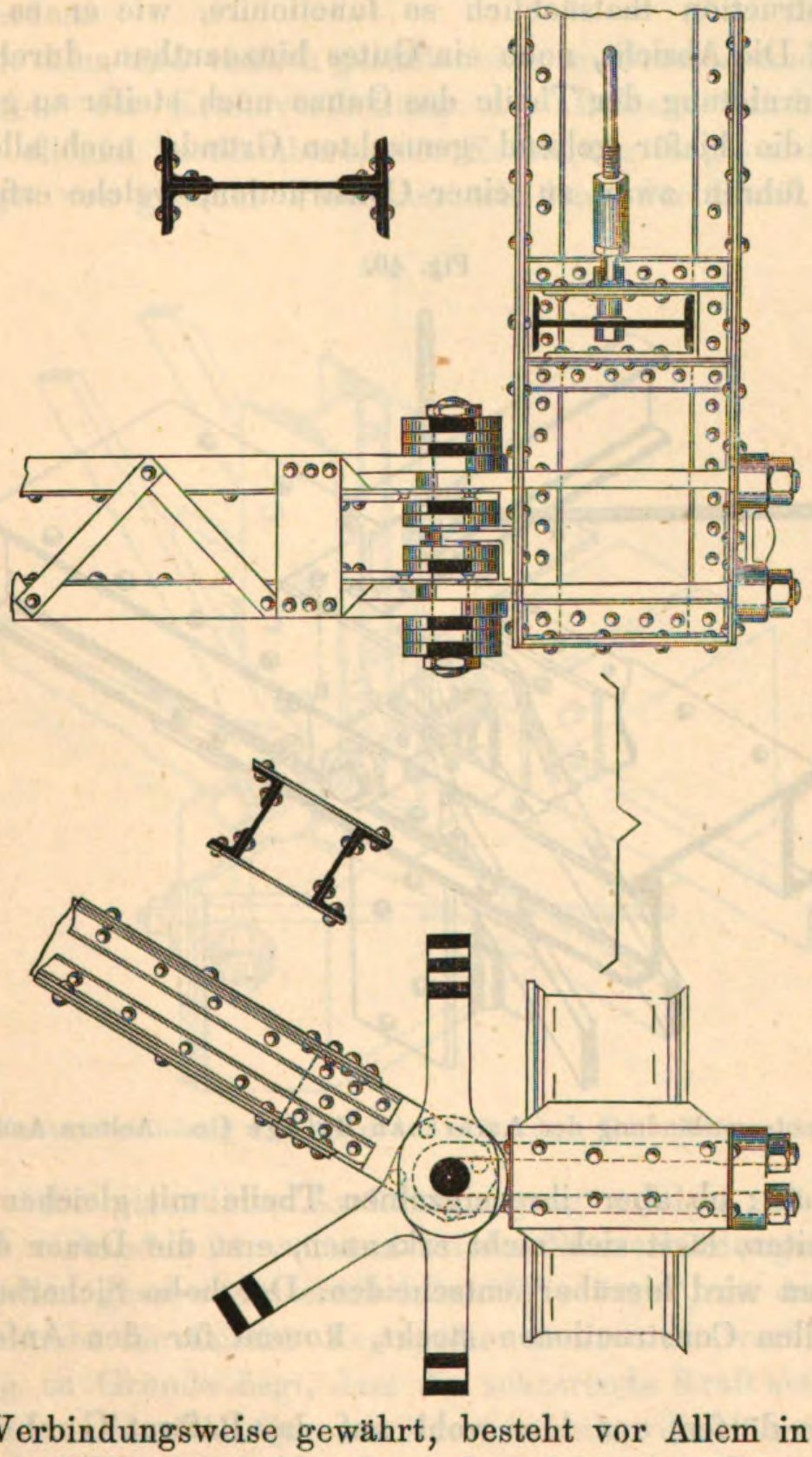
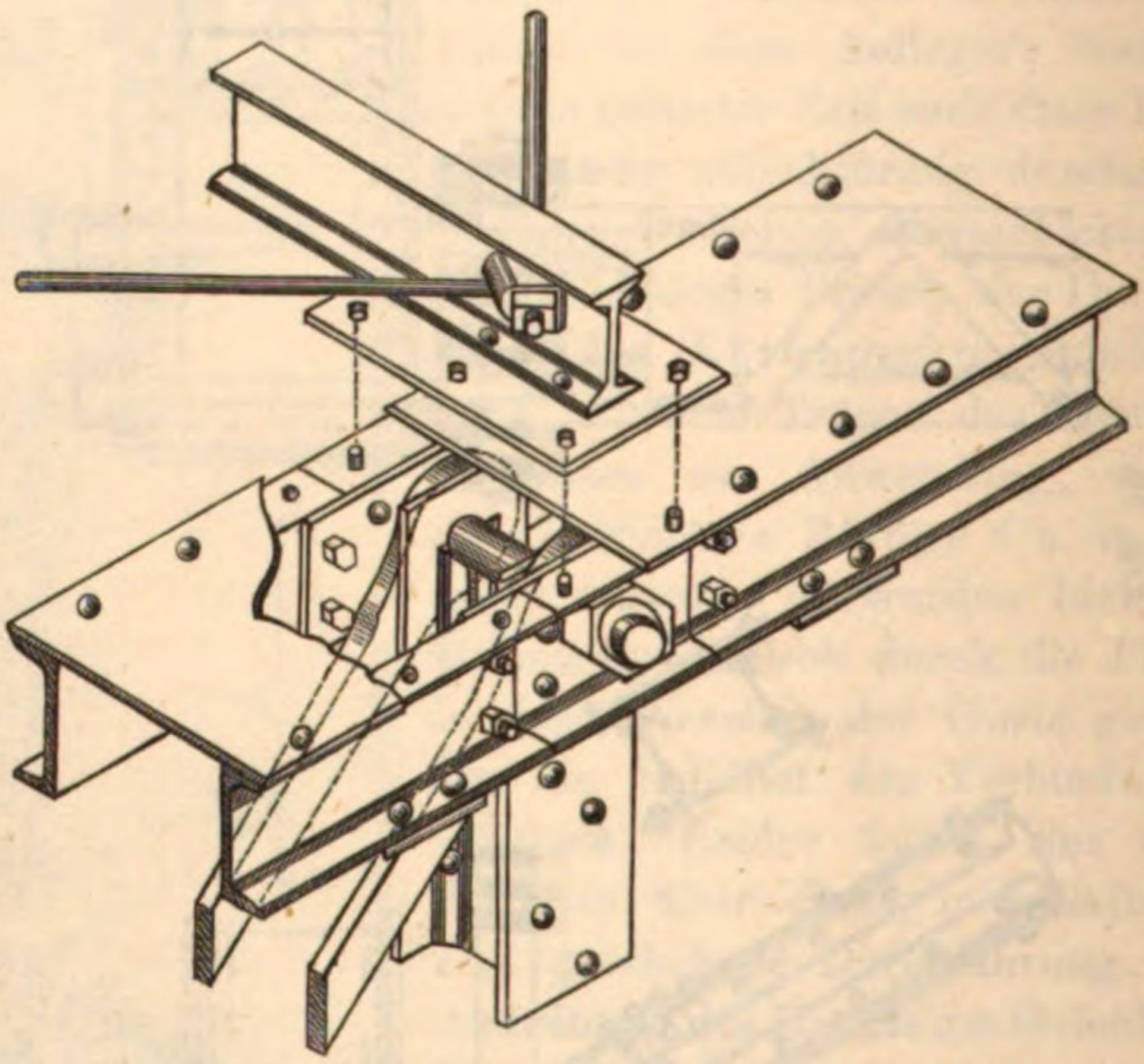


Fig. 39. Untere Knotenverbindung der Lackawaxen River-Brücke.

nische Verbindungsweise gewährt, besteht vor Allem in der genaueren Uebereinstimmung der bei der Berechnung angenommenen Voraussetzungen mit der constructiven Durchführung.

Es ist unstreitig eines der wichtigsten Principien des entwerfenden Ingenieurs, die theoretischen Annahmen in dem Bauwerke auch factisch zu verwirklichen, will er sicher gehen, dass die Construction thatsächlich so functionire, wie er es von ihr erwartet. Die Absicht, noch ein Gutes hinzuzuthun, durch gegenseitige Vernietung der Theile das Ganze noch steifer zu gestalten, und wie die hiefür geltend gemachten Gründe noch alle lauten mögen, führen zwar zu einer Construction, welche erfahrungs-

Fig. 40.



Obere Knotenverbindung der American Bridge Co. Aeltere Anordnung.

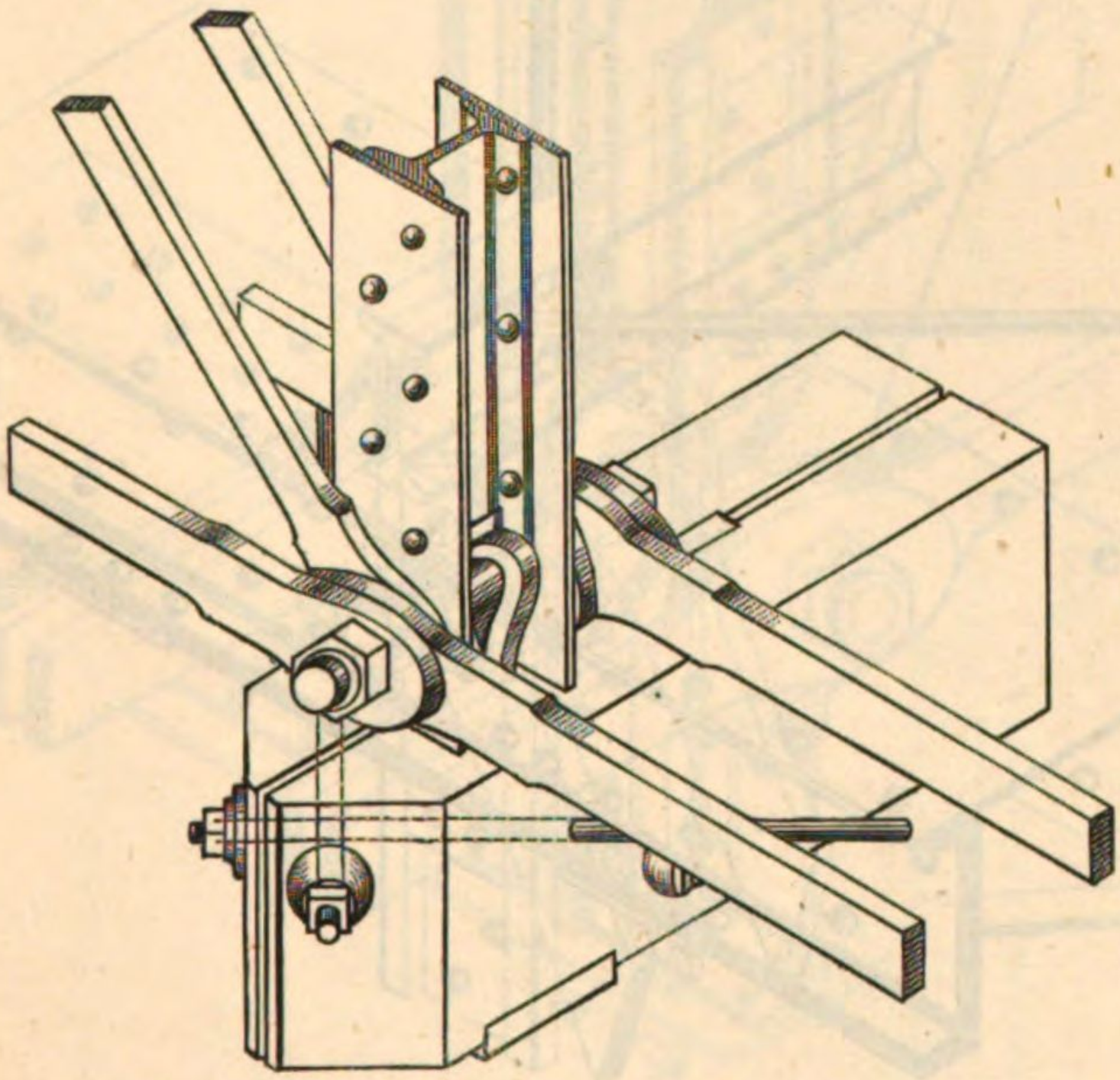
gemäss hält; ob aber ihre einzelnen Theile mit gleicher Sicherheit arbeiten, lässt sich nicht erkennen, erst die Dauer der Constructionen wird hierüber entscheiden. Der hohe Sicherheitsgrad, der in allen Constructionen steckt, kommt für den Anfang hiefür auf.

Wie dürfen uns hier wohl auf das Referat Gerber's, das der zweiten Generalversammlung des Verbandes der deutschen Architekten- und Ingenieurvereine zu München vorlag, berufen, welches ausdrücklich constatirt, dass einzelne beobachtete bleibende

Formveränderungen an unseren europäischen Brücken in dem Umstande zu suchen seien, dass man in der Rechnung Theile als beweglich voraussetzt, die in der Construction steif durchgeführt werden.

Wie klar und einfach gestaltet sich im Grossen und Ganzen das Gesetz der Kräftevertheilung der Bolzenverbindung, die ein- für allemal bestimmbare, der Erzeugung angepasste Form des Auges von gleicher Festigkeit wie jene der Barre, so dass

Fig. 41.



Untere Knotenverbindung der American Bridge Co. Aeltere Anordnung.

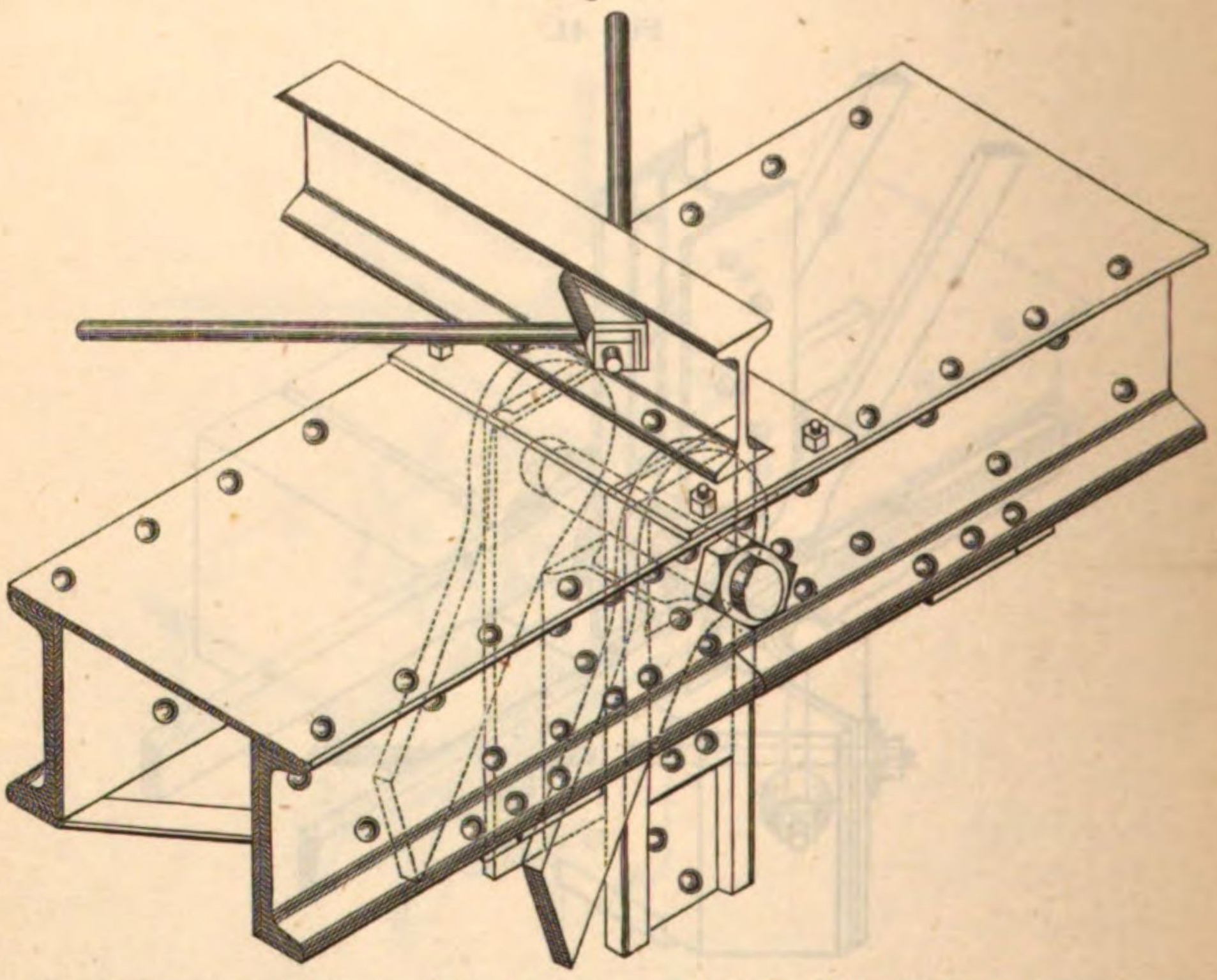
dort, wo die eigentliche Kraftübertragung erfolgt, ein Plus an Material vorhanden ist, während bei den Nietverbindungen gerade diese Stellen geschwächt erscheinen! Wie vage *) ist das Gesetz oder vielmehr die usuelle Regel, die unseren Nietverbindungen so häufig zu Grunde liegt, dass die scheerende Kraft sich gleichmässig über die Niet-Querschnitte vertheile, die bei einer und

*) Man sehe hierüber die schöne Arbeit: „Festigkeits- und Dimensionsberechnung etc." von Dr. J. Weyrauch, Leipzig bei Teubner 1876.

derselben Brücke mit wechselnder Stärke der Stäbe verschiedenartige Anordnungen verlangt, welche sich der Probe ihrer Haltbarkeit entziehen.

Aber auch die blosse Druckübertragung gestaltet sich einfach, sei es durch Vermittlung des Gussstückes, sei es durch directes Aufsitzen am Gelenke, sie erlaubt die Benützung Steifigkeit bietender Querschnitte, die nur schwer sich mittelst Nietbefestigung anbringen lassen.

Fig. 42.

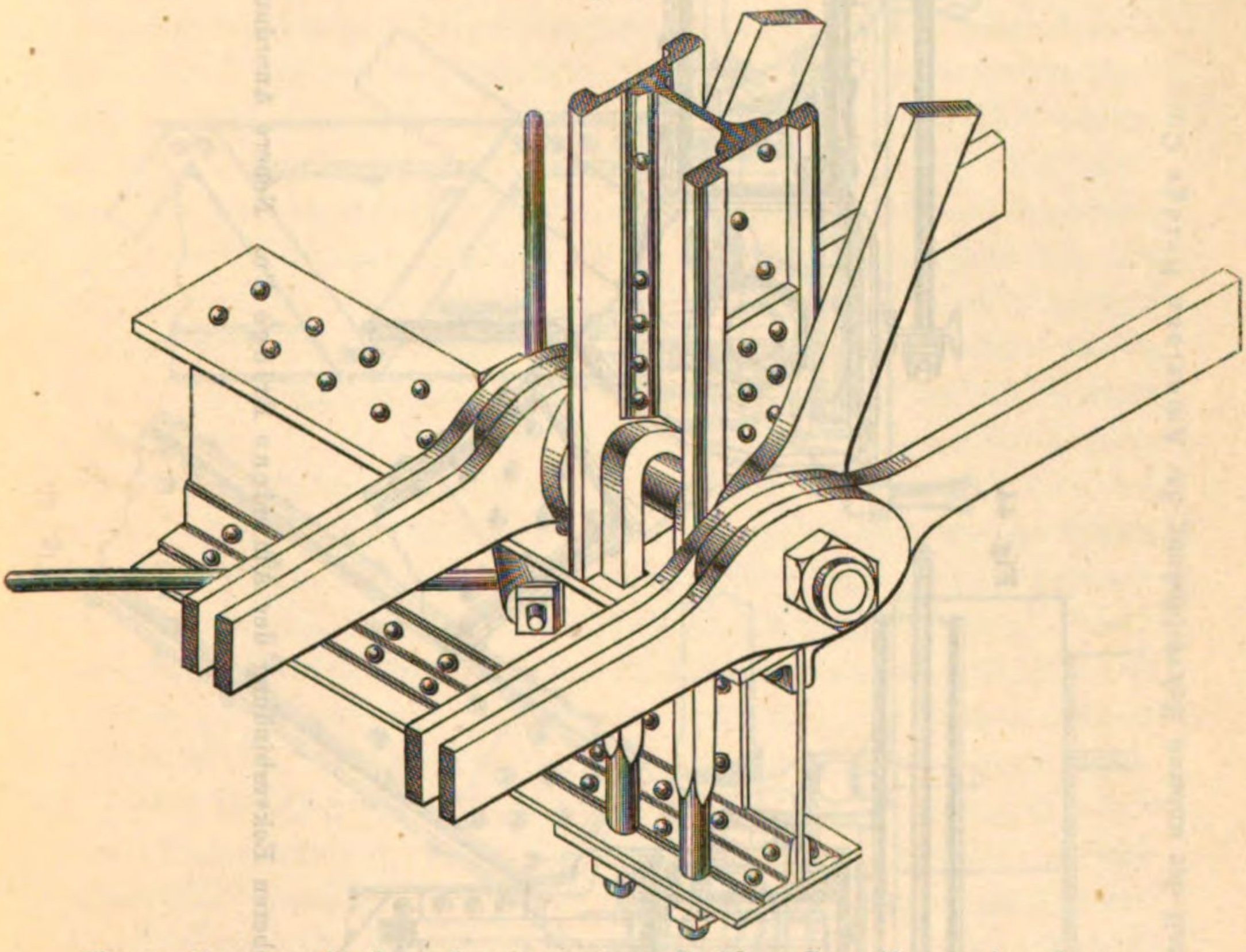


Obere Knotenverbindung der American Bridge Co. Neuere Anordnung.

Man wendet allerdings ein, dass dort, wo der Knotenpunktsbolzen directe in das schmiedeiserne Gurtungsstück eingesetzt ist, die Vertheilung der von der Mantelfläche des Bolzenloches übertragenen Spannung auf den ganzen Querschnitt erfolgen muss. Hiebei darf man aber nicht vergessen, dass die Uebertragung in centrischer Weise gegen die Schwerpunktsachse erfolgt, was bei der Nietbefestigung, wo der Antheil, der von jeder einzelnen Niete aufgenommen wird, sich keineswegs bestimmt bemessen lässt, wohl kaum erreicht wird.

Eine weitere Unbestimmtheit liegt in der Zugübertragung bei gestossenen Theilen, wo durch aufgelegte Lamellen der verlorene Querschnitt ersetzt wird, während derartige Stösse bei den amerikanischen Constructionen gar nicht vorkommen, da die einzelnen Zugstäbe nur von Knoten zu Knoten sich erstrecken und hiefür eine Walzlänge hinreicht, ferners dort, wo eine Verstärkung

Fig. 43.



Untere Knotenverbindung der American Bridge Co. Neuere Anordnung.

des Gurtes einzutreten hat, einfach um ein Glied mehr eingeschaltet wird.

Es ist nicht zu leugnen, dass gerade über die Festigkeit der hier in Frage kommenden Nietverbindungen trotz der vielen Versuche, die man im Bereiche dieses Themas schon angestellt, noch viele Unklarheit herrscht.

Wir dürfen in dieser Hinsicht wohl auch auf die, in jüngster Zeit auf Veranlassung des Oberingenieurs Longridge im Laboratorium Kirkaldy's vorgenommenen, zahlreichen Experimente

hinweisen, deren Resultat ergab, dass die Festigkeit der Nietnaht in allen Fällen nicht unbeträchtlich unter jener Grenze blieb, welche die Theorie dafür angibt. Bei der einreihigen directen

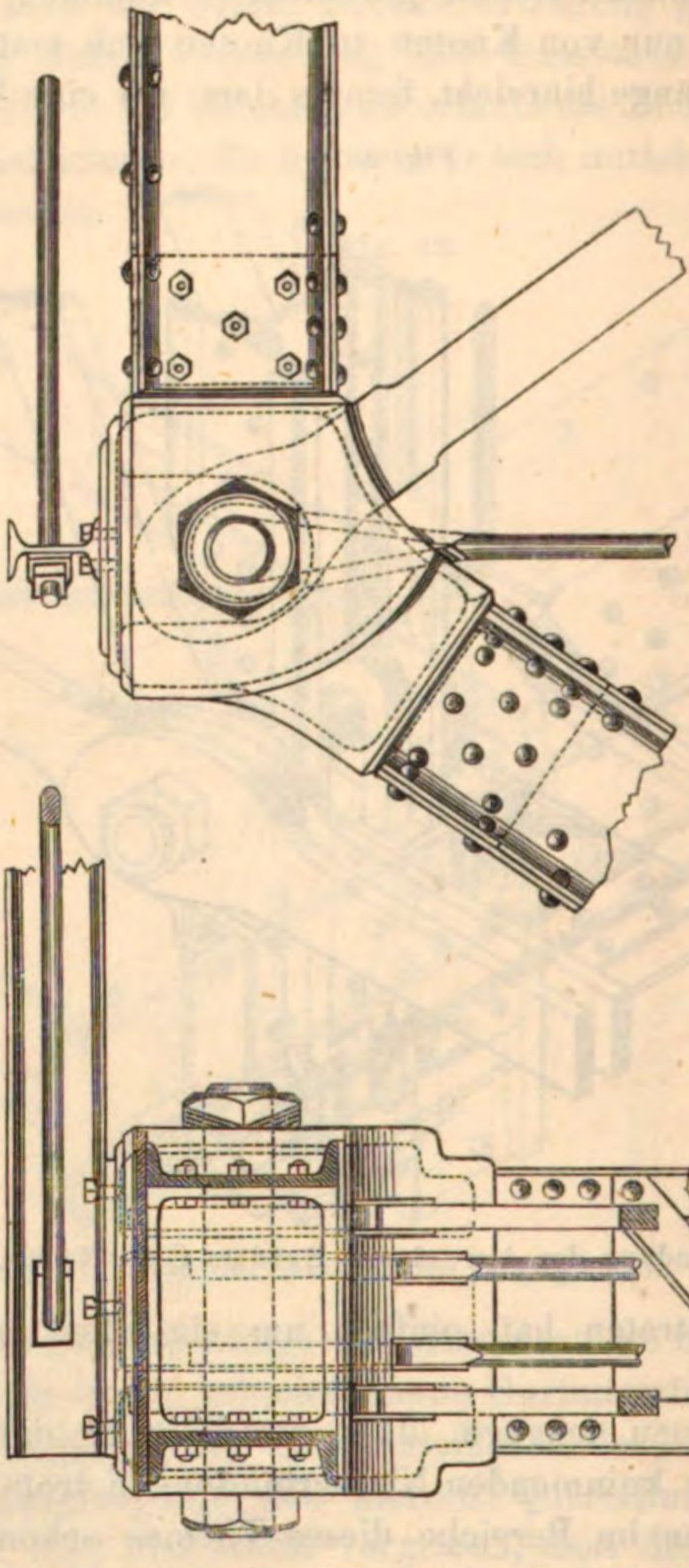


Fig. 44.

Detail der oberen Eckverbindung der American Bridge Co. Neuere Anordnung.

Vernietung erwies sich die Festigkeit der Verbindung im Mittel gleich 42 Procent von jener des gesunden Bleches, bei der doppelten Laschenverbindung ergaben sich 60·2 Procent, während man bisher 56, bezüglich 75 anzunehmen gewohnt war. Eine

weitere, höchst interessante Thatsache, welche aus diesen Versuchen zu folgen scheint, ist, dass bei der zweireihigen Vernietung die Festigkeit eine grössere ist, wenn die Nietreihen nicht versetzt sind, und dass die Festigkeit nicht unbeträchtlich zunimmt,

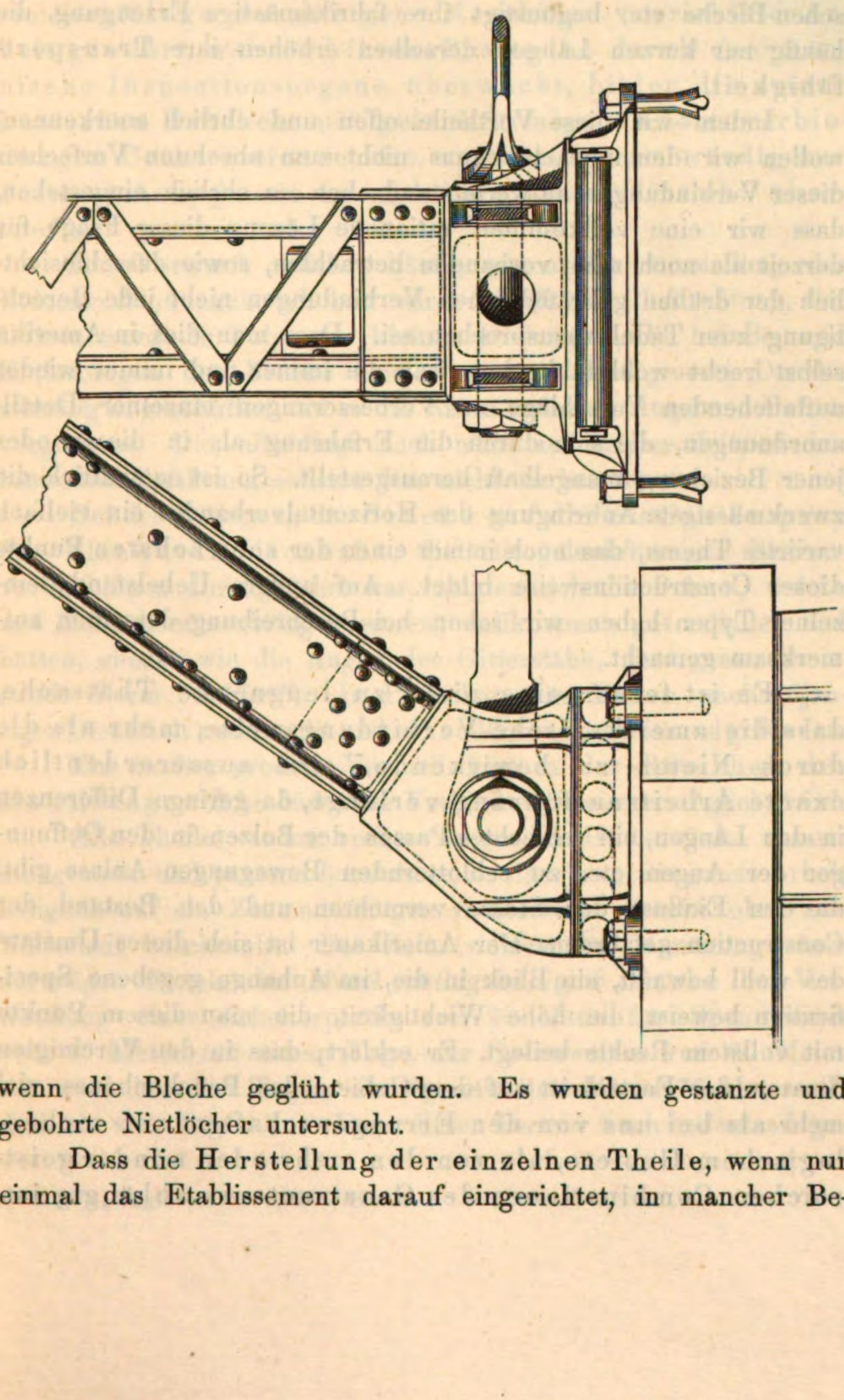


Fig. 45. Detail der unteren Eckverbindung der American Bridge Co.

wenn die Bleche geglüht wurden. Es wurden gestanzte und gebohrte Nietlöcher untersucht.

Dass die Herstellung der einzelnen Theile, wenn nur einmal das Etablissement darauf eingerichtet, in mancher Be-

ziehung eine einfachere als bei unseren Constructionen ist, lässt sich ebenfalls nicht leugnen. Die einheitliche Dimensionirung der Zugstäbe, die meist nur durch ihre Anzahl die Querschnittsmodification bewirken, das Fehlen der Stossverbindungen, Laschen-Bleche etc. begünstigt ihre fabriksmässige Erzeugung, die häufig nur kurzen Längen derselben erhöhen ihre Transportfähigkeit.

Indem wir diese Vortheile offen und ehrlich anerkennen, wollen wir demungeachtet uns nicht zum absoluten Verfechter dieser Verbindungen aufwerfen und eben so ehrlich eingestehen, dass wir eine vollkommen rationelle Lösung dieser Frage für derzeit als noch nicht vorhanden betrachten, sowie dass hinsichtlich der drüben gebräuchlichen Verbindungen nicht jede Berechtigung zum Tadel abzusprechen sei. Dass man dies in Amerika selbst recht wohl fühlt, beweisen die immer und immer wieder auftauchenden Vorschläge zu Verbesserungen einzelner Detailanordnungen, die sich durch die Erfahrung als in dieser oder jener Beziehung mangelhaft herausgestellt. So ist namentlich die zweckmässigste Anbringung des Horizontalverbandes ein vielfach variirtes Thema, das noch immer einen der schwächsten Punkte dieser Constructionsweise bildet. Auf andere Uebelstände einzelner Typen haben wir schon bei Beschreibung derselben aufmerksam gemacht.

Es ist ferner eine nicht zu leugnende Thatsache, dass die amerikanische Verbindungsweise, mehr als die durch Nieten zu bewirkende, eine ausserordentlich exacte Arbeitsausführung verlangt, da geringe Differenzen in den Längen, ein schlechtes Passen der Bolzen in den Oeffnungen der Augen etc. zu schlotternden Bewegungen Anlass gibt, die den Einfluss der Stösse vermehren und den Bestand der Construction gefährden. Der Amerikaner ist sich dieses Umstandes wohl bewusst, ein Blick in die, im Anhange gegebene Specification beweist die hohe Wichtigkeit, die man diesem Punkte mit vollstem Rechte beilegt. Er erklärt, dass in den Vereinigten Staaten der Fortschritt auf dem Gebiete des Brückenbaues viel mehr als bei uns von den Errungenschaften auf technologischem Gebiete, als von den mehr oder minder geistreichen Combinationen des Constructeurs abhängig ist.

Erbaut durch die Hand unreeller Etablissements, bestehend unter mangelhafter, unverständiger Controle, wird der amerikanische Gelenkträger leicht zur permanenten Gefahr; aber erzeugt mit jener Exactheit, wie sie sorgfältige, durch eigene Maschinen verrichtete Arbeit gewährt, während ihres Bestandes durch fachmännische Inspectionsorgane überwacht, bilden die amerikanischen Brücken mit gelenkförmigen Knotenverbindungen Constructionen, die unseren besten würdig zur Seite stehen, ja sie in mehr als einer Hinsicht übertreffen.

Ein Vorwurf, welcher häufig gegen die Anwendung der Bolzenverbindungen erhoben wird, betrifft die Befürchtung, der Bolzen werde in Folge der kleinen Drehungen, die bei Be- und Entlastungen der Brücke eintreten, unter dem grossen Drucke allmälig abgeschliffen und so der Raum zwischen Auge und Bolzen vergrössert. Die, allerdings noch nicht auf langen Zeitperioden basirende Erfahrung scheint dies nicht zu bestätigen.

Bei der Zerlegung der Brücke auf der Station Stepney der Blackwell-Eisenbahn, die mit gelenkförmigen Knotenverbindungen durchgeführt war, zeigten sich die Bolzen, welche mit Mühe herauszubringen waren, vollkommen gut erhalten und hatten, ebenso wie die Augen der Gitterstäbe, ihre genau kreisrunde Form bewahrt*). In Peru hat man Bolzen nach 18jähriger Dienstzeit untersucht und sie vollkommen kreisrund gefunden.

Ein zweiter grosser Vortheil liegt in der Raschheit der Montirung, welche durch die Verbindungsweise ermöglicht wird. Alle Theile werden vorher schon im Hüttenwerke zusammengestellt und passend bezeichnet, so dass sich die ganze Arbeit lediglich auf ein Zusammenfügen vorhandener Stücke ohne alle Nietarbeit beschränkt. Die Zeit, welche zur Montirung einer derartigen Brücke im Mittel nöthig ist, gibt Clarke bei Verwendung einer Arbeiterpartie von 20 Mann für Spannweiten von 45 Meter mit einem Tage, für Spannweiten von 60 Meter mit zwei bis drei Tagen, für Spannweiten bis zu 76 Meter mit drei bis vier Tagen an. Dass dieser Termin noch bedeutend ge-

*) „Engineer" 1876, Mai, S. 390.

kürzt werden kann, beweist die Montirung der letzten Spannweite der Medora-Brücke über den White River nächst Medora in Indiana, welche eine Länge von 44·9 Meter bei einer Höhe von 8·5 Meter besitzt.

Wir entnehmen einem Berichte vom 11. November 1872 von Th. Lovett, dem ehemaligen Chef-Ingenieur der Ohio & Mississipi Railway Co., hierüber Nachfolgendes:

„Die Arbeitspartie bestand aus 4 Vorarbeitern und 37 Mann; hievon besorgten 1 Vorarbeiter und 10 Mann die Aufstellung des ersten, eine ebenso grosse Partie jene des zweiten Trägers, während die dritte gleichstarke Partie das Herbeischaffen des Materiales als Aufgabe hatte. Diese Abtheilungen waren den ganzen Tag beschäftigt, während eine vierte Partie, aus einem Vorarbeiter und 7 Mann bestehend, nur den Nachmittag über thätig war und die Vereinigung der oberen Enden bewirkte. Am Montag den 5. Februar 1872, um 8 Uhr Morgens, wurde die Arbeit begonnen, um 5 Uhr 30 Minuten desselben Tages standen die Träger der Spannweite durch die Horizontalverstrebung verbunden da. Das Eisen musste auf eine mittlere Distanz von 46 Meter herbeigeschafft werden, eine Stunde des Tages ging auf die Mittagsruhe verloren, so dass nur $8^1/_2$ Arbeitsstunden für drei Partien, ein Nachmittag für die letzte Partie in Rechnung zu bringen sind, was einer Leistung von $316^1/_2$ Arbeitsstunden für einen Mann gleichkommt. Der Träger war ein einfacher Pratt- oder Wipple-Träger, die Construction selbst aus den Werken von Phönixville, Penn., hervorgegangen. E. S. Duval, als Unternehmer der Brückenbauten genannter Bahn, sprach die Ueberzeugung aus, dass die Zeit sich hätte noch reduciren lassen, da die Vollendung der Arbeit in einem Arbeitstage in den ersten Stunden gar nicht beabsichtigt und erst forcirt wurde, als man sich von dem raschen Fortgang überzeugte. Mehrere der Arbeiter waren allerdings schon öfter bei solchen Herstellungen beschäftigt gewesen."

Es sind jedoch nicht immer geschulte Kräfte für die Montirung in Anwendung gekommen, da für jede Partie ein geübter Monteur vollständig ausreicht; so wurden beim Aufbau des berühmten Varugas-Viaductes, der speciell den heimischen Fachgenossen aus der ausführlichen Beschreibung in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines", 14. Heft,

1875, von E. Pontzen bekannt ist, meist entlaufene Matrosen, die zwar mit der Ausführung von Schmied- und Schlosserarbeiten unvertraut, hingegen im Klettern und Hissen um so gewandter waren, unter bewährter Leitung mit Erfolg verwendet.

Dass die Möglichkeit derartiger Herstellungen in einem Lande, wo die Arbeitskraft sehr theuer ist, wo die oft meilenweit von jeder Culturstätte entfernten Bauplätze schwer eine dauernde Verpflegung der Monteure gestatten, hoch ins Gewicht fällt, ist klar. Besonders wichtig aber werden die Vortheile bei Bauten an den grossen Strömen des Landes, die bei der ausserordentlichen Beweglichkeit ihrer Flusssohle und den rasch wechselnden Wasserständen den Bestand der Holzgerüste stets gefährden.

Eine andere Frage ist es, ob die Einführung der amerikanischen Detaildurchbildung auch bei uns von Vortheil wäre. Vor Allem ist hier wohl zu bedenken, dass sie, einmal acceptirt, eine andere Einrichtung unserer Fabriksetablissements bedingen und dadurch die Herstellung der ersten Brücken dieser Art unverhältnissmässig vertheuern würde.

Mit Recht macht man wohl auch geltend, dass der mit dem Systeme verbundene Vortheil rascher Montirung bei uns kein so schwerwiegender als in den Vereinigten Staaten ist, da die Baustellen in der Regel weniger isolirt, die Arbeitskräfte leichter zu beschaffen sind etc.

Dem entgegen liesse sich nun wohl ein Argument geltend machen, welches in unserer „in Waffen strotzenden Zeit" und gerade auf Fragen öffentlicher Bauthätigkeit meist ausserordentlichen Einfluss nimmt — die Suprematie des amerikanischen Gelenksystems über das Nietwerk, sobald wir beide vom militärischen Standpunkte aus betrachten.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, welchen bedeutenden Einfluss die rasche Herstellung von Communicationen auf die Entfaltung und Wirksamkeit der Streitkräfte nehmen kann. Die Belagerung von Metz, die Kämpfe auf dem blutgetränkten Boden Bulgariens haben bewiesen, wie wichtig die Erbauung provisorischer Schienenwege, solider Ueberbrückungen unter Umständen werden kann.

Willkommen müsste in solchen Fällen dem Kriegsingenieur ein System von Brücken sein, das ihm gestattet, in wenigen

Stunden einen sicheren Schienenweg über den reissenden Fluss, einen eisernen Damm durch tiefe Schluchten zu legen.

Wir verweisen in dieser Hinsicht nur auf die bewundernswerthen Leistungen auf dem Gebiete der eisernen Trestle works, ein Constructionsprincip, das von den Ingenieur-Compagnien der Vereinigten Staaten bereits mit Erfolg zur raschen Herstellung zerstörter Viaducte verwendet wurde.

Aber auch vom Standpunkte rascher Demolirung empfiehlt sich die Anwendung des Gelenksystemes ganz besonders.

Allerdings hat die Neuzeit, Dank der ausserordentlichen Vervollkommung, die das Sprengwesen erfahren, bei Verwendung des Dynamites, der Schiesswolle etc. Stoffe zur Disposition, denen auch die stärkste Eisenconstruction nicht zu widerstehen vermag. Die Anbringung der Ladung jedoch, die Auslegung der Zündleitung etc. sind nicht nur zeitraubende, sondern auch höchst gefährliche, sorgsam zu überwachende Manipulationen, die nur von tüchtigen, eigens geschulten Organen vorgenommen werden können. Zudem sind Fälle, wo ein Versagen der Ladung oder das Eintreten einer minder erfolgreichen Wirkung als die erwartete erfolgt, keineswegs ausgeschlossen. Bei kleineren Brücken wird allerdings die Sprengung der Pfeiler stets erfolgen müssen. Anders verhält es sich hinsichtlich der Eisenconstruction.

Die Demolirung einer Brücke mit gelenkförmigen Verbindungen verlangt nichts als das Ausschlagen einiger Bolzen, eine Arbeit, die viel weniger Vorbereitung und Schulung fordert und unbedingt zum Ziele führen muss.

Durch die Entfernung einiger Bestandtheile wird dem Feinde die Gelegenheit geraubt, das Bauwerk wieder herzustellen, während umgekehrt dem Zerstörer, bei Mangel an Vorsicht von Seite des Feindes, die Möglichkeit bliebe, durch vorbereitete Stücke die Brücke im Bedarfsfalle sofort wieder zu montiren. Wir lenken die Aufmerksamkeit des Lesers namentlich auf das System Fink, dessen Theile von gleicher Länge und Tragkraft unbeschadet vertauscht werden können, und das sich insbesondere für Versendungen so trefflich eignet.

Welche wichtige Rolle kann in solchen Fällen die grosse Transportfähigkeit spielen, die durch die geringe Länge und die Vollständigkeit jedes Theiles in sich geboten ist.

Das amerikanische Constructionsprincip böte — und diesen Punkt halten wir unbedingt für den wichtigsten — die Möglichkeit, eine an irgend einem unbedrohten Punkte der Monarchie befindliche Brücke gleicher Spannweite in kurzer Zeit zu demontiren und sie an irgend einem Punkte, wo eine ähnliche zerstört wurde oder sofort zu erbauen ist, in ein bis zwei Tagen aufzustellen.

Es genügen zu derartigen Bauten hölzerne Pfeiler, wie zahlreiche in den Vereinigten Staaten erbaute Brücken beweisen, die man, um die Kosten für Erbauung der Stützen zu reduciren, ursprünglich auf hölzerne Joche gestellt, um sie später, die alten als Gerüste benützend, durch definitive zu ersetzen.

Viel schwieriger ist die Frage hinsichtlich des Material-Aufwandes zu lösen. Es ist unzweifelhaft, dass namentlich bei grösseren Brücken alle auf Zug beanspruchten Theile weniger Material erfordern, als die analogen einer genieteten Construction, da die Masse des Auges einen geringen Theil der Gesammtmasse ausmacht und der volle Querschnitt des Zuggliedes ausgenützt werden kann, während bei unserer Construction der volle Querschnitt durchgeführt werden muss, von dem jedoch nur der, durch Nietflächenabzug geschwächte ausgenützt wird, wobei nach Berechnungen des Verfassers bei einer Länge von mehr als der 20fachen Breite 5 Procent, bei mehr als der 50fachen 10 Procent sich ersparen lassen; während bei ganz kurzen Stäben sich der Vergleich zu Gunsten der Nietconstruction stellt.

Hingegen ist nicht zu leugnen, dass bei gelenkförmiger Verbindung der gedrückten Stäbe die Sicherheit gegen Ausknicken einen höheren Procentsatz an Fläche verlangt als bei unseren Stäben, die durch Vernietung an den Kreuzungsstellen (ein vom Standpunkte der Theorie freilich nicht zu rechtfertigender Vorgang) an freier Länge verlieren, was den Unterschied wieder ausgleicht.

Indem wir hinsichtlich specieller Gewichtsangaben auf die, im diesbezüglichen Abschnitte gebrachten Daten verweisen, wollen wir hier eine Reihe von Zahlen anführen*), welche die, auf gleicher

---

*) Siehe „Engineering" 1876, August, S. 130; „Scientific American Suppl." 1876, S. 550.

Grundlage hinsichtlich Belastung und zulässiger Inanspruchnahme beruhenden Projecte für die Erbauung der Miramachi-Brücke in Canada ergeben, welche von europäischen und amerikanischen Brückenbauanstalten eingeliefert wurden:

	Felderlänge in Meter	Trägerhöhe in Meter	Gewicht in Tonnen
Genietete Gitterträger	1·8—2·4	4·9—5·5	248—205
„ „	2·7—3·2	6·1	143—139
Gitterträger mit Bolzenverbindungen	2·7—3·4	6·1—6·7	130—124
	3·7—4·3	7·6—8·5	113—104

Die Brücke besitzt 17 Felder mit je 60·9 Meter Spannweite und trägt ein Geleise. Die Specification verlangte 703 Kilogramm für den Quadratcentimeter als zulässige Inanspruchnahme für Zug, 560 Kilogramm für den Quadratcentimeter auf Druck.

Einen directen Vergleich lässen wohl diese Zahlen nicht zu, da sich hieraus nicht constatiren lässt, wie viel auf Rechnung der grösseren Träger, wie viel auf Rechnung der Anordnung beweglicher Knotenpunkte zu schreiben sei.

Nach Clarke macht sich erst bei Spannweiten über 60 Meter eine Gewichtsersparniss geltend.

Es ist Thatsache, dass die amerikanischen Brücken dort, wo sie bisher mit den europäischen in Concurrenz getreten, den Sieg davon getragen, so in Canada.

Im Juli 1870 wurde von der Intercolonial Railway of Canada (von Quebek nach Halifax) ein Concurs für die Erbauung der eisernen Brücken von 30 bis 60 Meter Spannweite ausgeschrieben, welcher die Folge hatte, dass sich 19 englische, eine belgische und 16 amerikanische Firmen an demselben betheiligten. Die Specification betonte die Gleichartigkeit der Inanspruchnahme, liess jedoch das System vollkommen frei, sie forderte vollkommene Durchführung in Schmiedeisen, eine Tragkraft von 4·18 Tonnen für den laufenden Meter bei einer Maximalbeanspruchung von 703 Kilogramm für den Quadratcentimeter auf Zug.

Als Festigkeitsgrenze des anzuwendenden Eisens wurden 4·2 Tonnen für den Quadratcentimeter bei den 30 Meter langen, 3·5 Tonnen für den Quadratcentimeter bei den 60 Meter langen Brücken bedingt.

Als Facit ergab sich, dass die Brücken langer Spannweiten der amerikanischen Firma Clarke, Reeves & Co. zu Phönixville zugewiesen wurden.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Amerikaner hinsichtlich der aufzuwendenden Transportkosten in Vortheil waren; andererseits ist zu bedenken, dass das Material sich theuerer stellt und der Arbeitslohn ein höherer ist.

C. BRÜCKEN KLEINERER SPANNWEITEN.

Für Brücken kleinerer Spannweiten finden wir analog wie in Europa genietete Blechträger oder einfach gewalzte Träger in Anwendung. Da man in den Kalibern letzterer Art in Bezug auf die Dimensionen weiter hinauf geht, erscheint auch die Grenze der Spannweite, für welche sie anwendbar sind, ebenfalls weiter hinaus gerückt.

Die in den einzelnen Etablissements übliche Durchbildung der Details zeigt Verschiedenheiten und ist auch hier wieder Gegenstand diverser Patente.

Fig. 46.

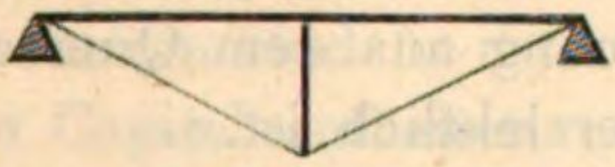
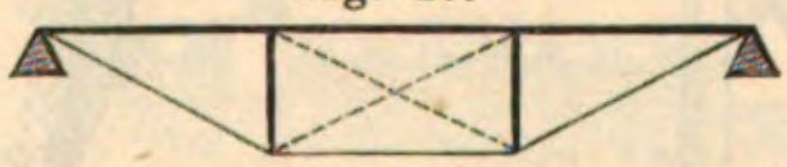


Fig. 47.



Armirte Balken.

Bei der Phönixville Bridge Co. sind bis zu Spannweiten von 6 Meter gewalzte Träger von I-förmigem Kaliber üblich, welche bei obenliegender Bahn entweder paarweise unter jeder Schiene oder bei unten liegender in der Weise angewendet werden, dass jede Schiene, auf kurzen I-förmigen Querträgern ruhend, zwischen zwei I-Träger grösseren Kalibers zu stehen kommt.

Bei Spannweiten über 6 bis zu 9 Meter tritt schon der armirte Träger, Fig. 46, an die Reihe. Als verticale Strebe dient eine Phönix-Säule, die in ein Gussstück greift, an welchem die Zugbänder mittelst Bolzen angebracht sind. *)

*) Eine detaillirte Construction ähnlicher Art zeigen Fig. 69—73.

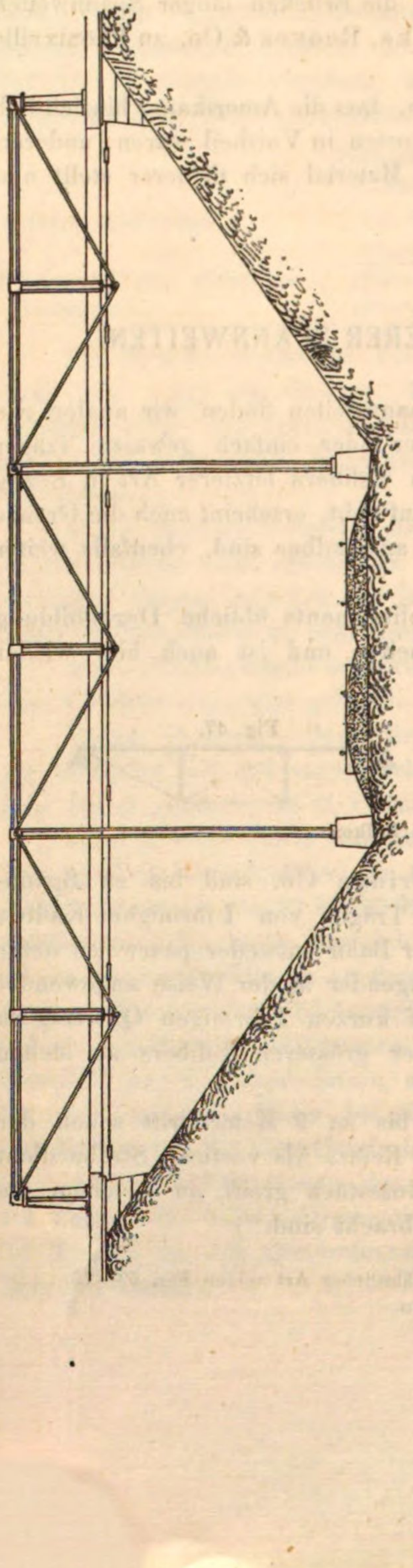


Fig. 48.

Ueblicher Typus für Wegebrücken-Construction von Clarke, Reeves & Co. Ansicht.

Welche grosse Rolle dieser so armirte Balken, der in dieser Form wohl auch den Namen King post führt, bei dem Trestle work spielt, wird an anderer Stelle näher besprochen werden.

Ein interessantes Beispiel der Anwendung dieser Träger zeigt der in Fig. 48 und 49 dargestellte Typus für Wegebrücken über die im Einschnitte laufende Bahn, wie er von Clarke, Reeves & Co. vielfach zur Durchführung gebracht wird.

Die drei armirten Balken tragen die Fahrbahn und ruhen zum Theile auf kleinen, gemauerten Widerlagern, zum Theile auf eisernen Ständern, deren Anordnung aus dem Querschnitte ersichtlich ist.

Für die Construction wird von Seite der Projectanten der Vortheil zur Geltung gebracht, dass die kleine Projectionsfläche der Träger die oft so wichtige freie Durchsicht weniger als andere Systeme hemme.

Statt des einfachen armirten Balkens kommt häufig auch der in Fig. 47 versinnlichte, doppelt armirte Balken (queen post) in Anwendung.

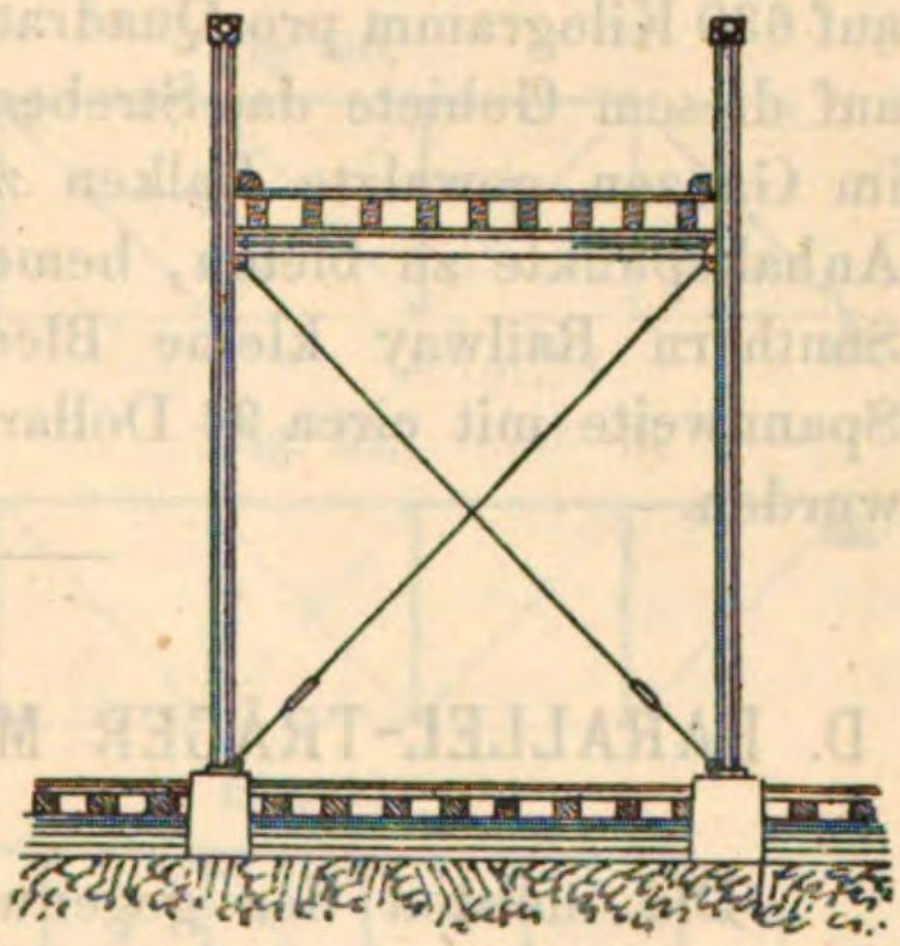
Der ganze hier zu Tage tretende Typus schliesst sich innig an das, in dem sogenannten Trestle work verkörperte Constructionsprincip an.

Auch die Keystone Bridge Company bringt schon bei Spannweiten über 6 Meter den armirten Balken in Verwendung, empfiehlt jedoch für frequenten Verkehr und schwere Lasten die Anwendung von Blechträgern von jener Form, wie sie in Oesterreich und Deutschland allgemein üblich sind.

Zum Unterschied gegen die meisten unserer Constructionen finden wir jedoch die Zugbänder des Querverbandes und der Windverstrebung als adjustirbare Schliessen aus Rundstäben hergestellt.

Wir treffen derartige Blechträger bis zu 18 Meter und darüber; so die Eisenbahnbrücke über die Try street in Pittsburgh (3 Felder zu 19·2 Meter), die Eisenbahnbrücke der Alleghany Valley Railroad über Puckerty run (20·1 Meter). Doch sind derartige Constructionen seltener. Beispiele über das Gewicht von Blechbrücken sind in dem allgemeinen Capitel enthalten.

Fig. 49.



Ueblicher Typus für Wegebrücken.
Construirt von Clarke, Reeves & Co.
Querschnitt.

Auch die American Bridge Company verfolgt ein ähnliches Princip hinsichtlich der Anwendung der Blechträger. Allerdings sind dieselben ziemlich primitiv construirt.

Während die vorher genannte Gesellschaft schmiedeiserne Lagerplatten anordnet, werden dieselben hier durch hölzerne Mauerbänke ersetzt.

Ein interessantes Beispiel hinsichtlich der Raschheit, mit welcher auch auf diesem Gebiete bei der Aufstellung vorgegangen wird, bietet die im Laufe des Octobers 1877 hergestellte Brücke über den Grand River zu Grand Rapids, Michigan.

Dieselbe ist eine 189 Meter lange, 235 Tonnen schwere, aus 5 Feldern zu 30·5 Meter bei 3 Meter Höhe und zwei Feldern

von 18·3 Meter bei 1·5 Meter Höhe bestehende Blechbrücke, welche an Stelle einer Holzconstruction, die gleichzeitig zu demoliren war, in der Zeit von Samstag Nachts bis Montag Abends von 200 Arbeitern montirt wurde, wobei die Träger über 2 Meter hoch zu heben waren und fünf Stunden Arbeitsunterbrechung einzurechnen sind. Das Werk wurde von den Detroit Bridge & Iron Works geliefert und aufgestellt und kostete 40.000 Dollars. *)

Ein weiterer Fall, wo genietete Blechträger zur Anwendung kommen, betrifft die Quer- und Längsträger der Bahn grösserer Brücken, falls gewalzte Balken nicht ausreichen. In solchen Fällen geht man, wie dies z. B. die Baltimore-Brückengesellschaft thut, in der zulässigen Inanspruchnahme etwas herunter, so von 700 auf 630 Kilogramm pro Quadratcentimeter. Doch macht sich auch auf diesem Gebiete das Streben geltend, diese Träger durch hohe, im Ganzen gewalzte Balken zu ersetzen. Um über die Preise Anhaltspunkte zu bieten, bemerken wir, dass bei der Cincinnati Southern Railway kleine Blechbrücken von ungefähr 8 Meter Spannweite mit circa 94 Dollars für den laufenden Meter bezahlt wurden.

D. PARALLEL-TRÄGER MIT EINFACHEM FACHWERK.

Die meisten der gegenwärtig in den Vereinigten Staaten bestehenden Brücken sind nach einem Systeme erbaut, das 1843 von Pratt erfunden und von ihm in Holz durchgeführt, später von Whipple zuerst in richtigen Verhältnissen erbaut und in einer bedeutenden Schrift wissenschaftlich erörtert wurde. Es ist ein einfacher Fachwerksträger mit gedrückten Verticalen und gezogenen Diagonalen, bei dem, den europäischen Constructionen gegenüber, in vielen Fällen nur die Eigenthümlichkeit auftritt, dass der Endabschluss ein schräger ist, indem die letzte Strebe schief gegen das Widerlager herabgeführt erscheint. Hiemit ist, wie sich leicht zeigen lässt, eine ziemliche Material-Ersparniss verbunden.

Diese Anordnung (siehe Fig. 50 u. 51) macht in den meisten Fällen einen ganz abscheulichen Eindruck, insbesondere

---

*) Siehe „Engineering News", 3. Nov. 1877.

dann, wenn mehrere Träger hintereinanderfolgend zum Theile mit Fahrbahn unten (Through spans) (Fig. 51), zum Theile mit Fahrbahn oben (Deck spans) (Fig. 50) angelegt sind, wie dies, ohne Rücksicht auf die ästhetische Seite dem reinen Utilitätsprincipe folgeleistend, z. B. bei der Parkerburg-Brücke und mehreren anderen der Fall ist.

Ein weiteres Moment, welches gleichfalls noch hinzutritt und den Eindruck einheitlicher Beanspruchung stört, ist der Umstand, dass bei dieser Anordnung das der schrägen Endstütze zunächst liegende Zugband sehr dünn ausfällt, da es eben nur ein Knotengewicht aufzunehmen hat, mithin von weiterer Entfernung gesehen gegen seine Nachbarn gänzlich verschwindet. Man sehe z. B. Fig. 44.

Bei Spannweiten unter 75 Fuss treffen wir*) bei Brücken mit oben liegender Bahn unten eine Windverstrebung, sowie einen Vertical-Querverband durch sich kreuzende Zugschliessen in jedem Felde angeordnet; liegt die Bahn jedoch unten, so ist eine derartige Verstrebung nicht möglich und finden wir in diesem Falle sogenannte Ponnyträger, bei welchen die Tragwände gegen die unten vorspringenden Querträger durch eine ⊤-Strebe abgesteift sind. Dieses ⊤-Eisen besitzt am oberen Gelenk eine angenietete Augenplatte, die um den Bolzen greift.

Fig. 50.

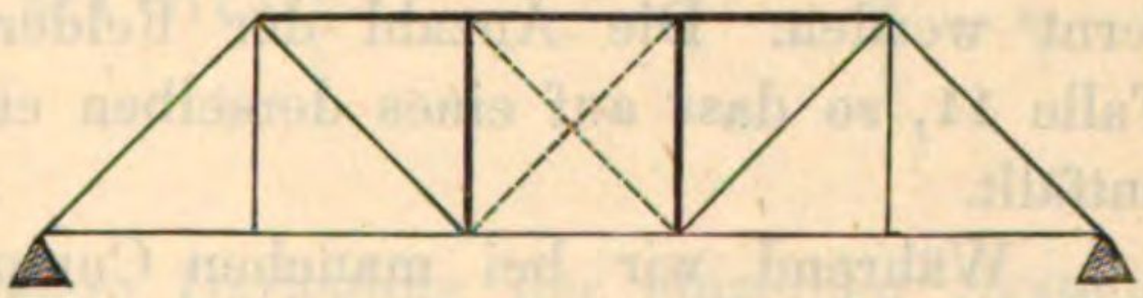


Fig. 51.

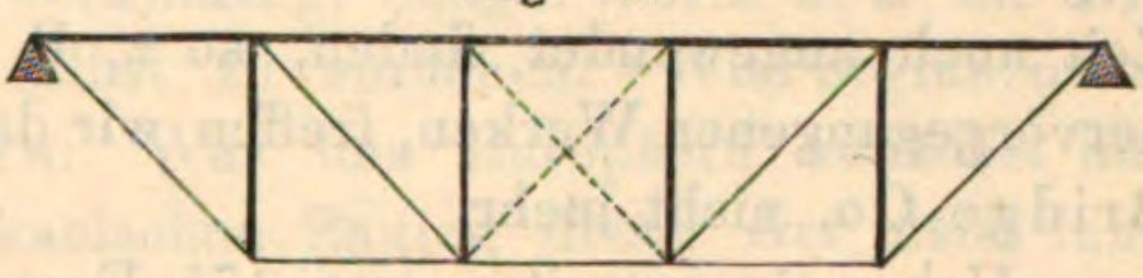
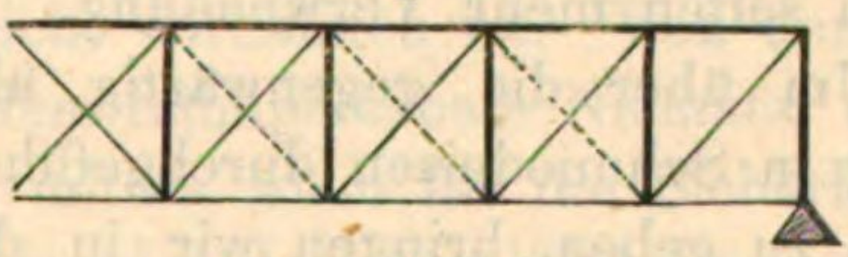


Fig. 52.



Pratt's Träger.

Bei Brücken über 75 Fuss (22·9 Meter Spannweite) dieser Art ist bereits eine obere Verstrebung vorhanden, die aus steifen, zur

*) Mehrfach ist noch von älteren Systemen das, unserem Schiffkorn'schen principiell gleiche, in Eisen übersetzte Howe-System mit gusseisernem Obergurt und Verticalen, schmiedeisernen Diagonalen und Gegendiagonalen zu finden. So fand sich am westlichen Ende der Marketstreet-Brücke ein altes, im Dienste vollständig defect gewordenes Beispiel dieser Art. Die Träger, über die Strasse führend, waren durch Holzjoche gestützt worden, um hinreichenden Widerstand zu bieten.

Trägerachse normalen Streben und adjustirbaren Zugschliessen als Diagonalen besteht.

Die Grenze, bis zu welcher gewöhnlich mit diesem Systeme gegangen wird, erstreckt sich auf 150 Fuss (45·7 Meter).

Die Phönixville Bridge Works empfehlen Ponnyträger nur bis 60 Fuss (18 Meter) anzuwenden, und ordnen von dieser Grenze an bereits eine obere Windverstrebung an.

Um über das Verhältniss der Länge zur Höhe und die Felderanzahl Einiges zu erwähnen, bemerken wir z. B., dass die American Bridge Co. bei einer Spannweite von 150 Fuss (45·7 Meter), 21 Fuss (6·4 Meter), d. i. kaum $^1/_7$ der Spannweite als Höhe wählt, wobei die Träger bei eingeleisiger Bahn 14 Fuss (4·3 Meter), bei zweigeleisiger 28 Fuss (8·5 Meter) von einander entfernt werden. Die Anzahl der Felder beträgt im erwähnten Falle 11, so dass auf eines derselben eine Länge von 4·1 Meter entfällt.

Während wir bei manchen Compagnien das Princip, die Gegendiagonale bis ans Ende durchzuführen, auch in neuester Zeit noch angewendet finden, so z. B. bei den aus Phönixville hervorgegangenen Werken, treffen wir dasselbe bei der American Bridge Co. nicht mehr.

Ueber Spannweiten von 175 Fuss (53·3 Meter) findet das System selten mehr Verwendung.

Um über die gegenwärtig üblichen Preise solcher, vollständig in Schmiedeisen durchgeführten Brücken einige Anhaltspunkte zu geben, bringen wir in der Tabelle auf der folgenden Seite einige Abschlüsse der Cincinnati Southern Railway.

Eine der raschesten Herstellungen derartiger Brücken setzte wohl die Watson Manufacturing Co., Paterson, in Scene.

In der Nacht des 17. März 1875 wurde eine Brücke über den Delaware, über welche das Metall der Compagnie transportirt wurde, 3 Meilen von Port Jeris entfernt, durch einen mächtigen Eisgang vollständig zerstört. Sie bestand aus vier Trägern mit obenliegender Fahrbahn (eine zu 48·8 Meter, drei zu 45·7 Meter Länge) und einer Spannweite über den Hudson Canal. Am 26. April desselben Jahres wurde die neu erbaute, zweigeleisige Brücke dem Verkehre übergeben.

Ort der Errichtung	Anzahl der Spannweiten	Länge einer Spannweite in Meter	Preis pro laufenden Meter in Dollars	Erbauer	Anmerkung
Knob Lick Creek . .	1	9·1	115.6	Boyle Roach & Co.	Bahn oben
L. C. & L. R. R. zu Lexington *)	1	15·7	92.69	American Bridge Co.	„
Frankfort pike zu Lexington *)	1	18·3	100.07	„ „ „	„
Hanging Fork *) . . .	1	45·7	223.11	Louisville Brdg. & I. Co.	„
Eagle Creek	1	45·7	223.11	„ „ „	„
Elk Horn Creek . . .	1	48·1	223.11	American Bridge Co.	„
Green River	2	24·4	86.59	„ „ „	Bahn unten
L. C. & L. R. R. zu Walton *)	1	38·4	217.37	„ „ „	„

*) Eiserne Längsträger.

Ehe wir an die weitere Darlegung der einzelnen Systeme schreiten, erscheint es zweckmässig, einige Worte über die Bildung der Fahrbahn selbst zu sprechen. Wir beginnen mit den Eisenbahnbrücken. Was uns Europäern zunächst auffällt, ist die, den amerikanischen Bauten dieser Art meist innewohnende Eigenthümlichkeit, dass Geländer vollständig fehlen, ja auch der Bohlenbelag nicht vorhanden ist. Von dem Principe ausgehend, dass ausser dem Bahnpersonale Niemand auf der Linie etwas zu suchen habe, mithin auch für die Sicherheit des Fussgängers nicht gesorgt zu werden braucht, lässt man in dieser Hinsicht die grösste Oekonomie walten, zudem der stärkeren Schneefälle wegen der Wegfall der Bohlen von Vortheil erscheint. Da der Bahnerhaltungsdienst nicht in Händen ständiger Wärter liegt, sondern von Arbeiterzügen besorgt wird, hat man keinen Grund, durch Anlage dieser, als nebensächlich betrachteten Theile unnütze Kosten auflaufen zu lassen.

Hingegen legt man auf die Anbringung von Sicherheitsschwellen, deren factischer Nutzen sich, wie dem Verfasser mitgetheilt wurde, bei Entgleisungen mehrfach bewährt (Albany-Brücke), hohes Gewicht. Wir verweisen in dieser Richtung auf die im Anhange gegebene Specification der Cincinnati Southern Railway.

Um die meist aus Holz construirten Schwellen vor dem Feuerfangen durch herabfallende Funken zu schützen, hat man bei der eben genannten Bahn u. a. Blechhüllen über den Längsträgern angeordnet.

Legt man auch, namentlich bei unten liegender Fahrbahn, auf die Anbringung eines Querverbandes im Allgemeinen hohen Werth, so ist derselbe doch oft nicht in jenen Dimensionen durchgeführt, die man bei uns anzuwenden gewohnt ist. Bei sehr hohen Trägern, wie sie bei den riesigen Spannweiten der neuesten Brücken vorkommen, — Ohio-Brücke bei Cincinnati (15·6 Meter Höhe), Louisville-Brücke (14 Meter) etc. — finden wir zwei bis drei starke Querriegel, welche die Träger verbinden und zwischen sich einen weiteren, diagonal angeordneten Verband aufweisen.

Das Profil des lichten Raumes wird meist ziemlich hoch bemessen; es beträgt z. B. die lichte Durchfahrtshöhe bei der erstgenannten Brücke ca. 6·4, bei der zweiten 7 Meter. Die Erie-Bahn fordert durchgehends 6·4 Meter.

Die Anbringung und Dimensionirung der Windverstrebung wurde bereits besprochen. (Siehe Seite 25, sowie die Bemerkungen bei der Besprechung der Detaildurchbildung der Knotenpunkte.)

Hinsichtlich der Strassenbrücken ist wenig beizufügen. Als Material für die Bildung der Fahrbahntafel wählt man meist Holz, und zwar das der Fichte, Tanne oder Eiche. Mehrfach wird es imprägnirt und sind hiefür verschiedene Methoden üblich. Die Stadt Boston hat bei ihrem Brückenbelag häufig die Methode der Auslaugung (Burnetising) der Bohlen als Präservativmittel in Anwendung gebracht.

Buckelplatten, Zoreseisen, Wellblech, Ziegelgewölbe finden sich seltener, kommen jedoch vor.

Als Material für die Fahrbahndecke wird, im Gegensatze zur Macadamisirung und dem Steinwürfelbelag von Boller und Anderen, entschieden Holzpflaster, das in den Vereinigten Staaten noch immer eine grosse Rolle spielt, angewendet und empfohlen.

E. MEHRFACHES UND UNTERTHEILTES FACHWERK.

Bei Brücken grösserer Spannweiten, etwa von 45 Meter an, pflegt man, um kleinere Felderlängen und schwächere Gitterstäbe zu erhalten, entweder das Fachwerk doppelt anzuordnen, welche Durchführung häufig unter dem Namen des Linville'schen Systems bekannt ist (siehe Fig. 53 und 54), oder dasselbe durch

Fig. 53.

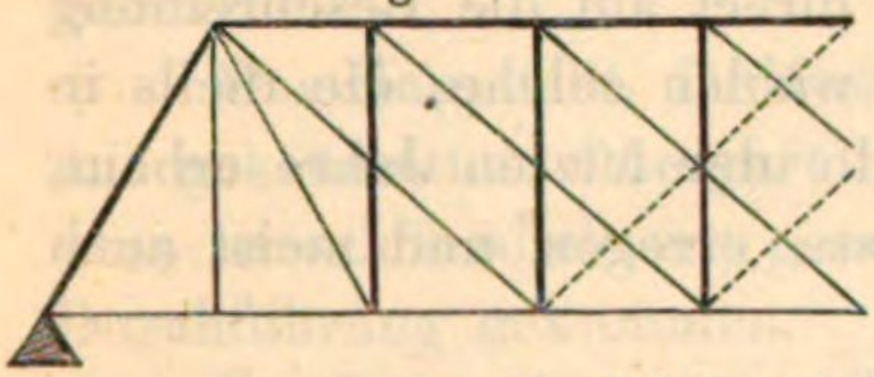
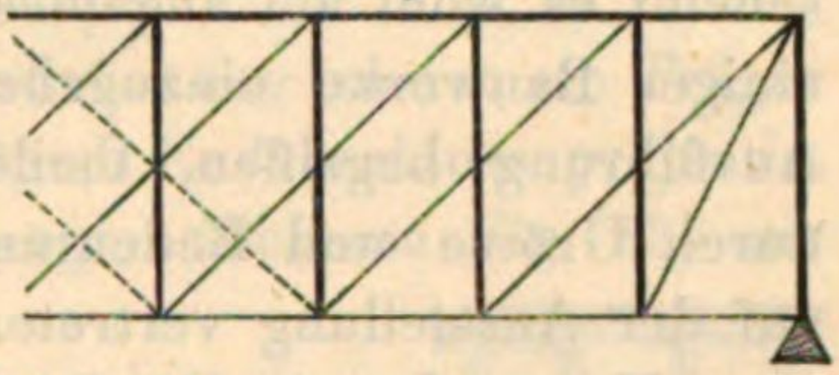


Fig. 54.



Schema des Systems Linville.

Fig. 55.

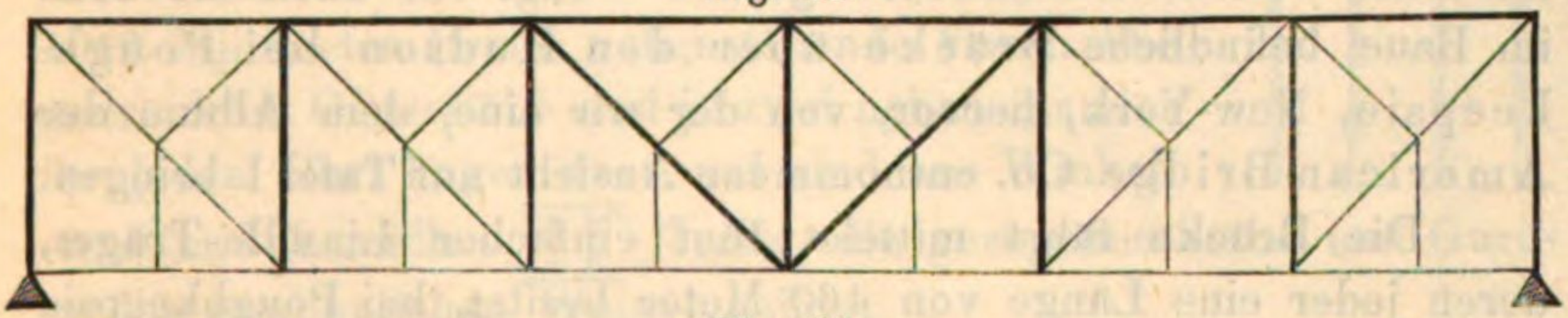
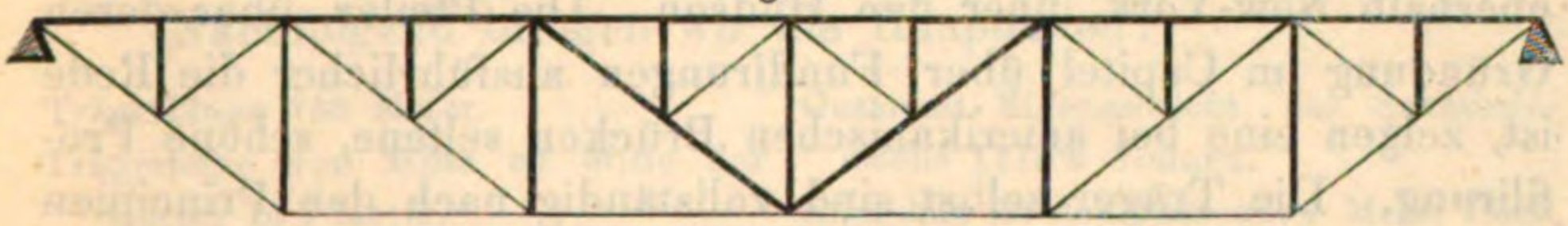
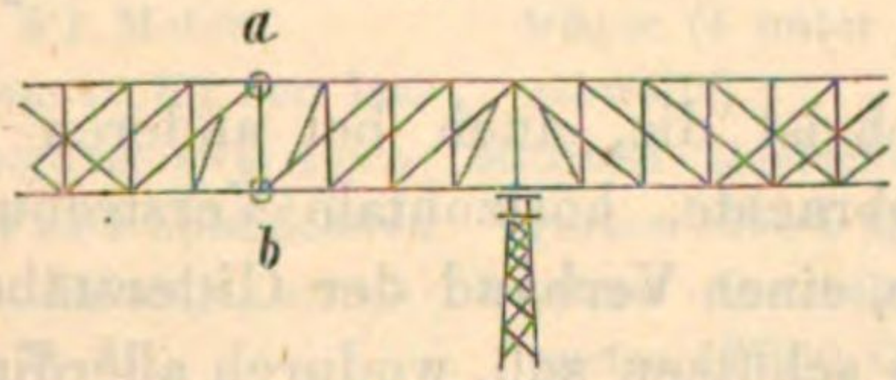


Fig. 56.



Schema des Systems Pettit.

Fig. 57.



Gelenkträger.

secundäre Einschaltungen zu verstärken, wie dies z. B. beim System Pettit (siehe Fig. 55 und 56) geschieht.

Erstere Anordnung, welche wohl die weitaus öfter angewendete ist, tritt in den Bauwerken der Keystone-, Phönixville-, American-Bridge Co. etc. für grössere Spannweiten typisch auf. Nach diesem Systeme bauend, ist namentlich die erstgenannte

Compagnie, an deren Spitze der Erfinder der nach ihm benannten Constructionsweise steht, zum Pionier der Brücken grosser Spannweiten geworden.

Da die Details bereits Gegenstand der Besprechung waren, die General-Anordnung selbst, die ja auch bei uns so häufig, wenn auch unter anderen Namen und meist ohne schrägen Abschluss, der auch hier wieder charakteristisch auftritt, zur Durchführung gekommen, aus der Skizze hinlänglich hervorgeht; erscheint es wohl am angemessensten, direct auf die Beschreibung einiger Bauwerke einzugehen. Wir wählen solche, die theils in Ausführung begriffen, theils innerhalb der letzten Jahre erbaut, durch Grösse und Bedeutung Interesse erregen und meist auch auf der Ausstellung vertreten waren.

Unter den vielen Eisenbahnbrücken dieses Systems — mit ihnen wollen wir zunächst beginnen — ragt vor allen die eben im Baue befindliche Brücke über den Hudson bei Poughkeepsie, New-York, hervor, von der wir eine, dem Album der American Bridge Co. entnommene Ansicht auf Tafel I bringen.

Die Brücke führt mittelst fünf einfacher Linville-Träger, deren jeder eine Länge von 160 Meter besitzt, bei Poughkeepsie oberhalb New-York, über den Hudson. Die Pfeiler, über deren Gründung im Capitel über Fundirungen ausführlicher die Rede ist, zeigen eine bei amerikanischen Brücken seltene, schöne Profilirung. Die Träger selbst sind vollständig nach den Principien der genannten Compagnie, welche für 3,412.000 Dollars die Ausführung übernommen und im Laufe des Vorjahres begonnen hat, projectirt.

Eigenthümlich ist die, auch bei anderen Brücken grosser Spannweiten angebrachte, horizontale Verstrebung in der Mitte der Träger, welche, einen Verband der Gitterstäbe bewirkend, sie gegen Ausknicken schützen soll, wodurch allerdings auch wieder Unbestimmtheiten in der Beanspruchung entstehen.

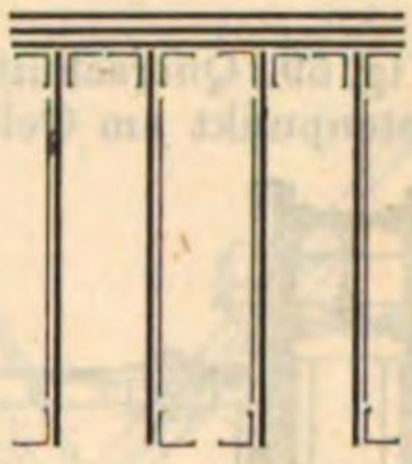
Die Träger wurden so hoch über den Fluss gelegt, dass die höchstbemasteten Flussschiffe noch passiren können. Eiserne Trestle works bilden an beiden Ufern die Rampen.

Diesem Bauwerke steht an Grösse die, seit einem Jahre vollendete, eingeleisige Brücke der Cincinnati Southern Railway bei Cincinnati über den Ohio zur Seite. Sie besteht aus einem kleinen

Prattträger (Bahn oben, 33·5 Meter Spannweite), dem eine Drehbrücke von 112·8 Meter Gesammtlänge, auf einem Mittelpfeiler ruhend, sich anschliesst. Hieran reiht sich das Hauptfeld von 158 Meter Spannweite, das die Bahn in einer Höhe von 32·2 Meter ober dem Niederwasser über die Fluthen des Ohio führt. Den Schluss bilden zwei Felder von je 91·4 Meter Spannweite.

Das kleine Endfeld ausgenommen, ist überall das Linville-sche System mit unten liegender Fahrbahn zur Anwendung gebracht.

Das Hauptfeld, für dessen Ueberbrückung zuerst ein Träger mit gekrümmtem Obergurt und schrägem Endabschluss projectirt war, ist schliesslich mit geradem Obergurt (Schema Fig. 53) zur Durchführung gekommen.



Der Obergurt eines Querschnittes zeigt an den stärksten Stellen bei 711 Millimeter Höhe, 1016 Millimeter Breite nebenstehende Form. Die gedrückten Gitterstäbe sind je zwei nebeneinander für jeden Gurt angeordnet und sind aus Winkeleisen und Lamellen ⊐⊏-förmig, die gezogenen Stäbe und Gurte in der gewöhnlichen Weise gebildet.

Nachfolgend bringen wir die Hauptdaten:

Trägerlänge 158 Meter.
Trägerhöhe (von Mitte zu Mitte der Gurte) 15·7 Meter.
Anzahl der Felder 20.
Felderlänge 7·9 Meter.
Abstand der Träger 6·1 Meter.
Zufällige Last 2·7 Tonnen für den laufenden Meter, ausserdem zwei Locomotiven mit Tender nach Specification genannter Bahn im Anhange, berechnet nach Vorgang S. 21.
Gesammt-Eigengewicht des Schmiedeeisens 1115·8 Tonnen.
Eigenlast für den laufenden Meter 7·382 Tonnen.
Schmiedeiserne Querträger und Längsträger (4 unter jeder hölzernen Querschwelle).
Maximal-Querschnittsfläche des Untergurtes 1396·1 Quadrat-Centimeter.
Maximal-Querschnittsfläche des Obergurtes 1779·0 Quadrat-Centimeter.

Hinsichtlich der weiteren Annahmen verweisen wir auf die Specification genannter Bahn im Anhange.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, während der Montirung dieses Werkes am 13. September 1876 die Baustelle zu besuchen. Zur Grossartigkeit im Gegensatze, aber begründet in der Detailanlage des Systems, stand die Anzahl der verwendeten Arbeiter (bei der Zusammenfügung der einzelnen Theile waren nur acht

Fig. 58. Ansicht des oberen Knotenpunktes am Gelenk (1 : 50 nat. Grösse).

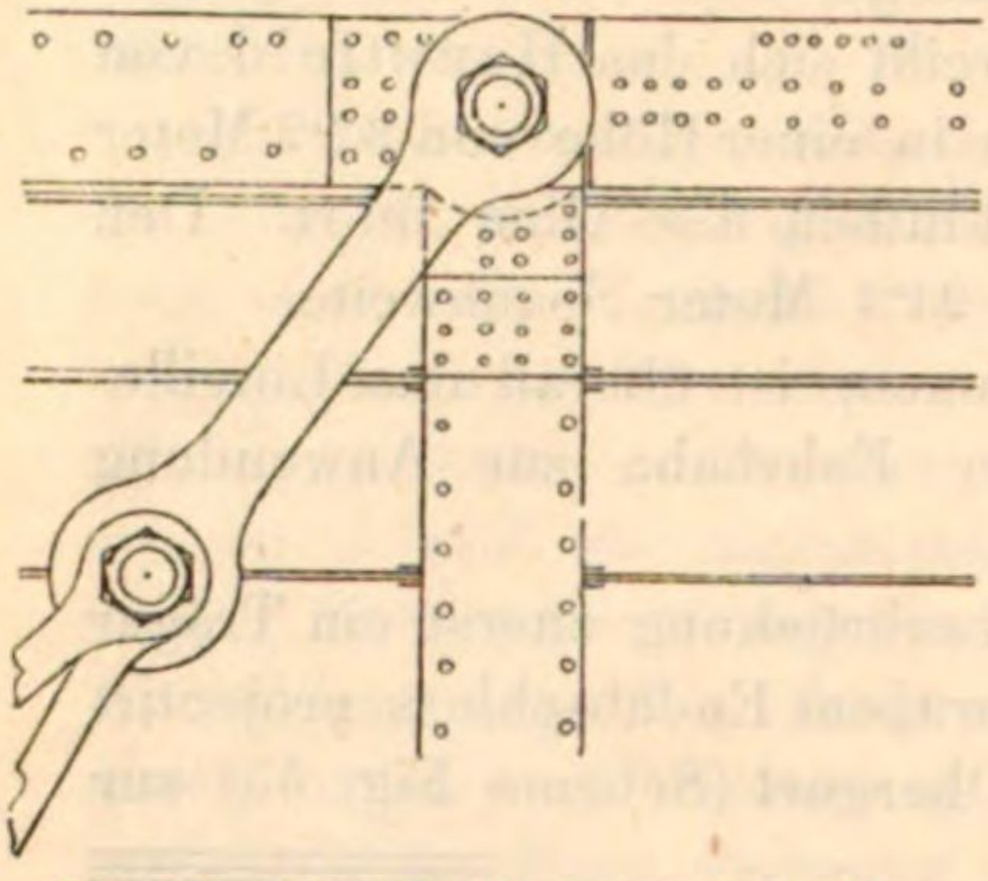


Fig. 59. Querschnitt durch den oberen Knotenpunkt am Gelenk (1:50 nat. Grösse).

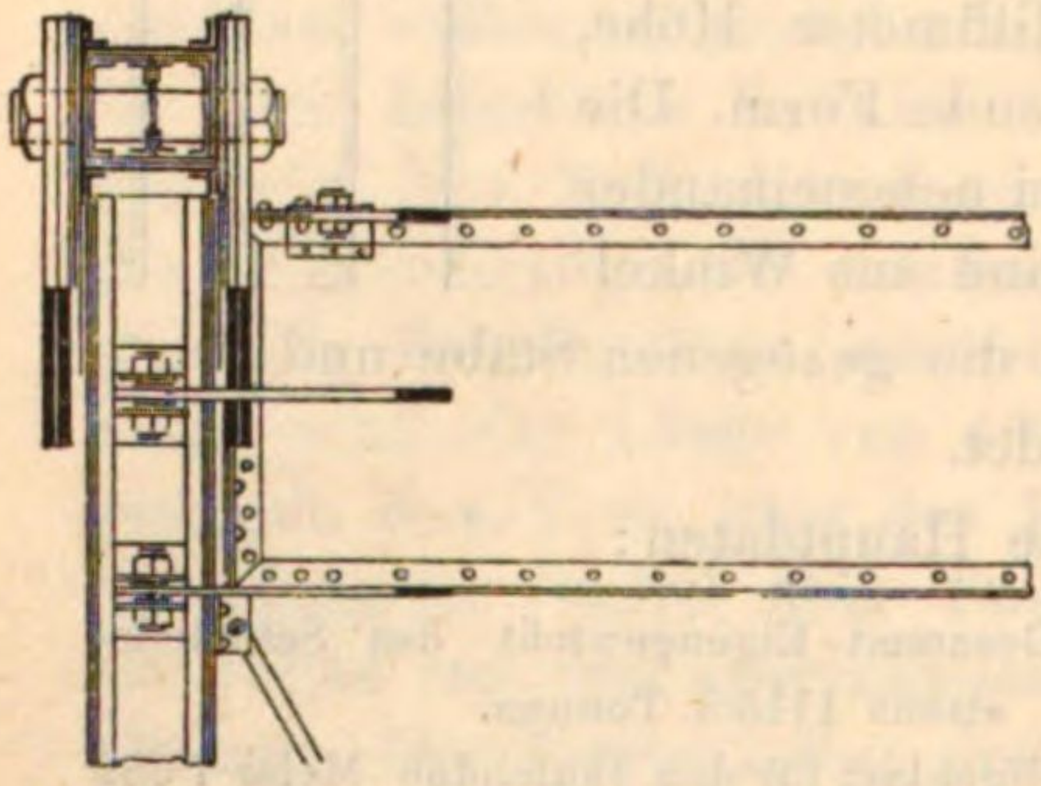
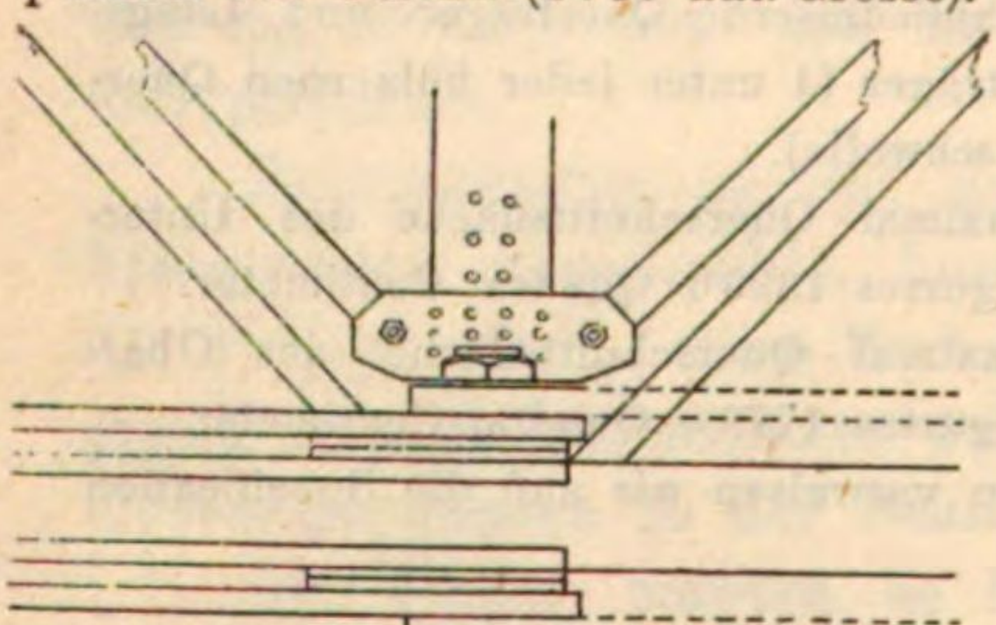


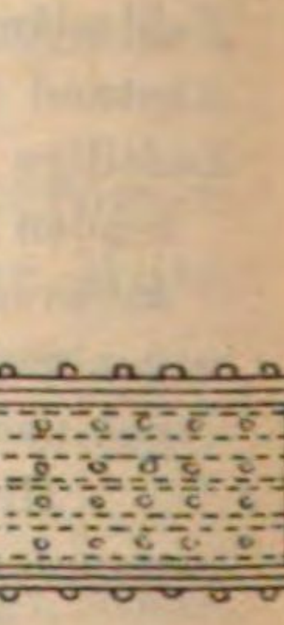
Fig. 60. Grundriss des unteren Knotenpunktes am Gelenk (1 : 50 nat. Grösse).



Dareinsicht

Schnitt I

Schnitt III



Schnitt II

Fig. 61. Ansicht des unteren Knotenpunktes am Gelenk (1 : 50 nat. Grösse).

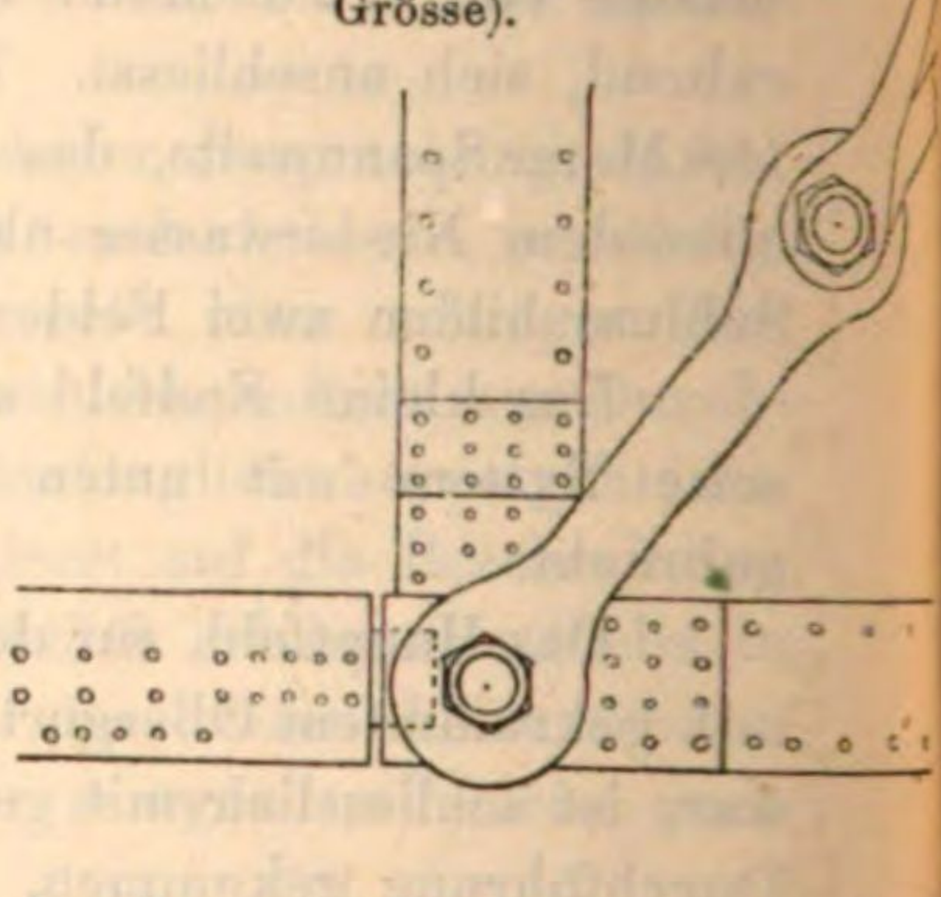


Fig. 62. Detail um den Zapfen (1 : 25 nat. Grösse) Ansicht.

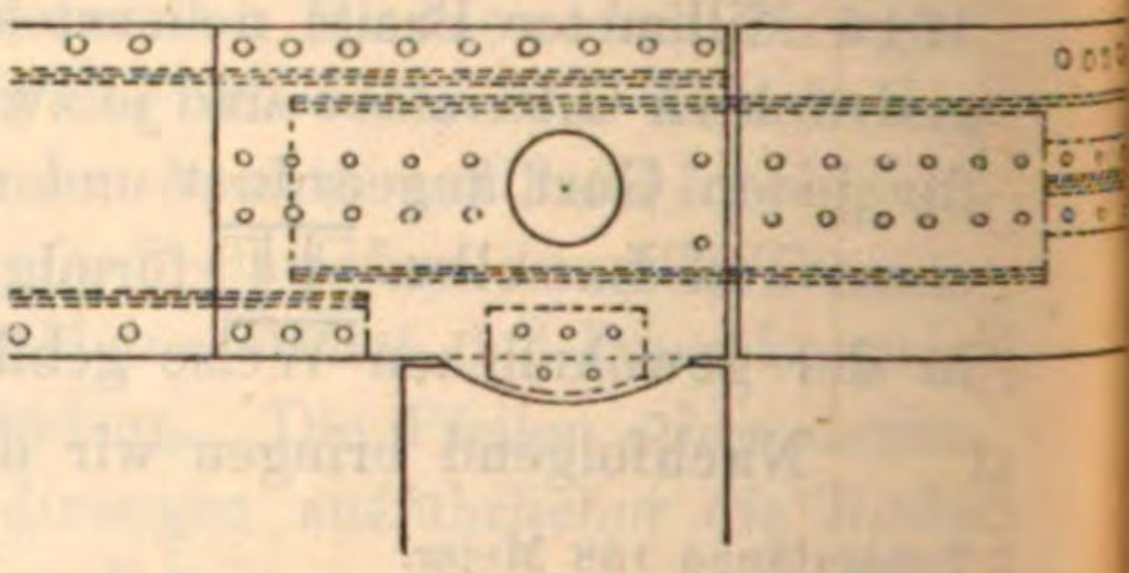


Fig. 63. Grundriss zu Fig. 62 (1 : 25 nat. Grösse)

Einfache Strassenbrücke, construirt von der Cincinnati Bridge Co. J. W. Shipman, E.

Fig. 1. Ansicht.

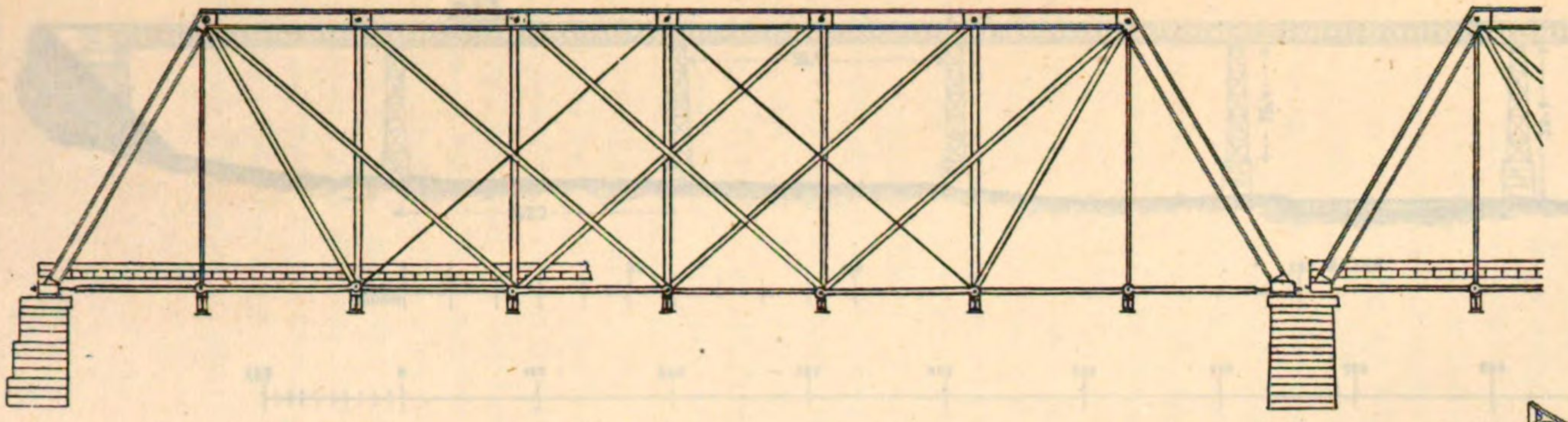
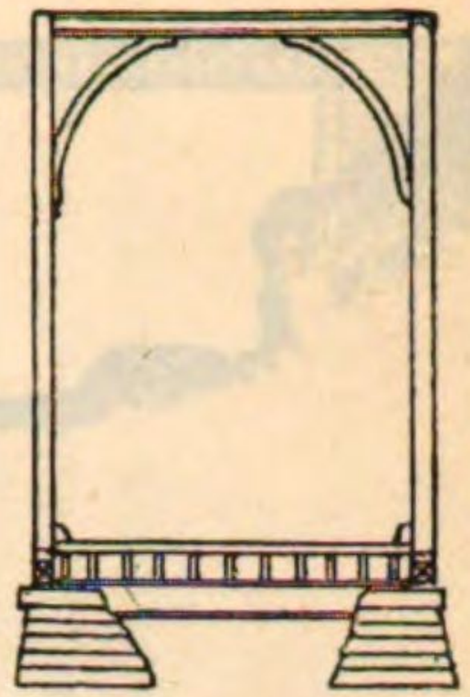


Fig. 2. Querschnitt.



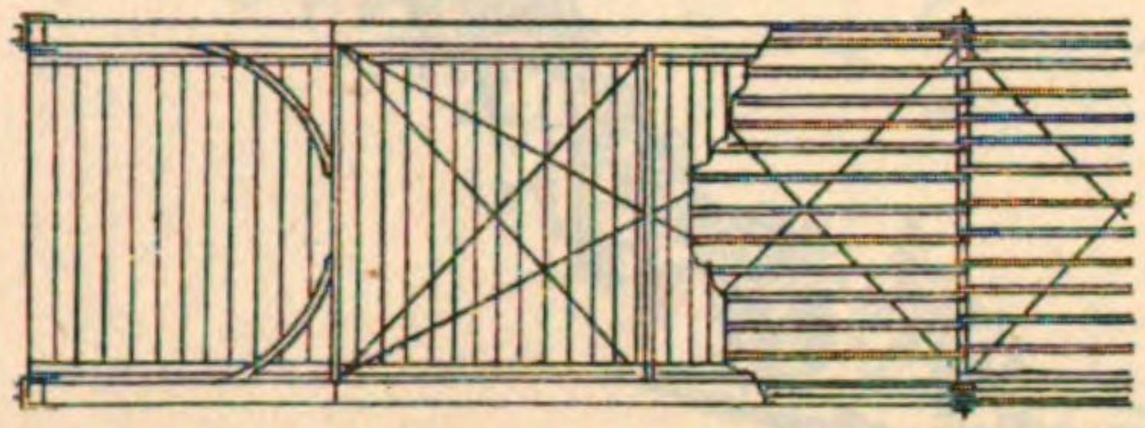


Fig. 3. Grundriss.

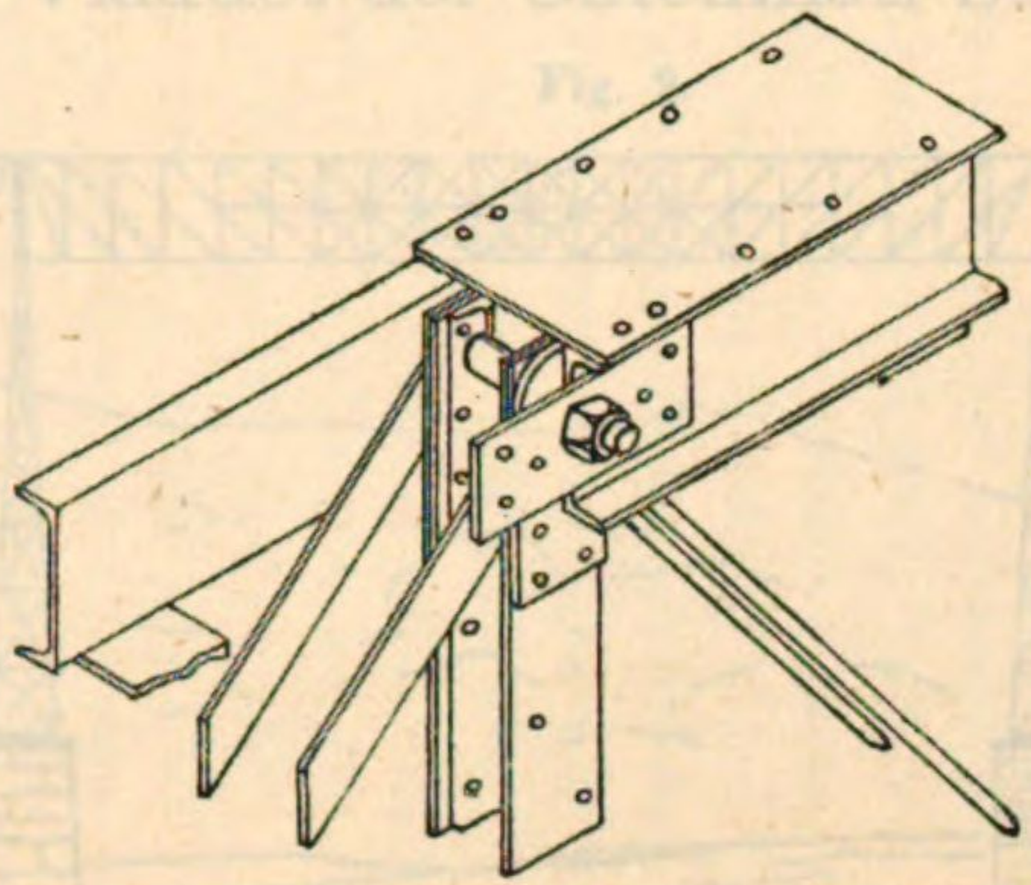


Fig. 4. Detail eines oberen Knotenpunktes.
Massstab für die Figuren 1—3 1:250 nat. Grösse.

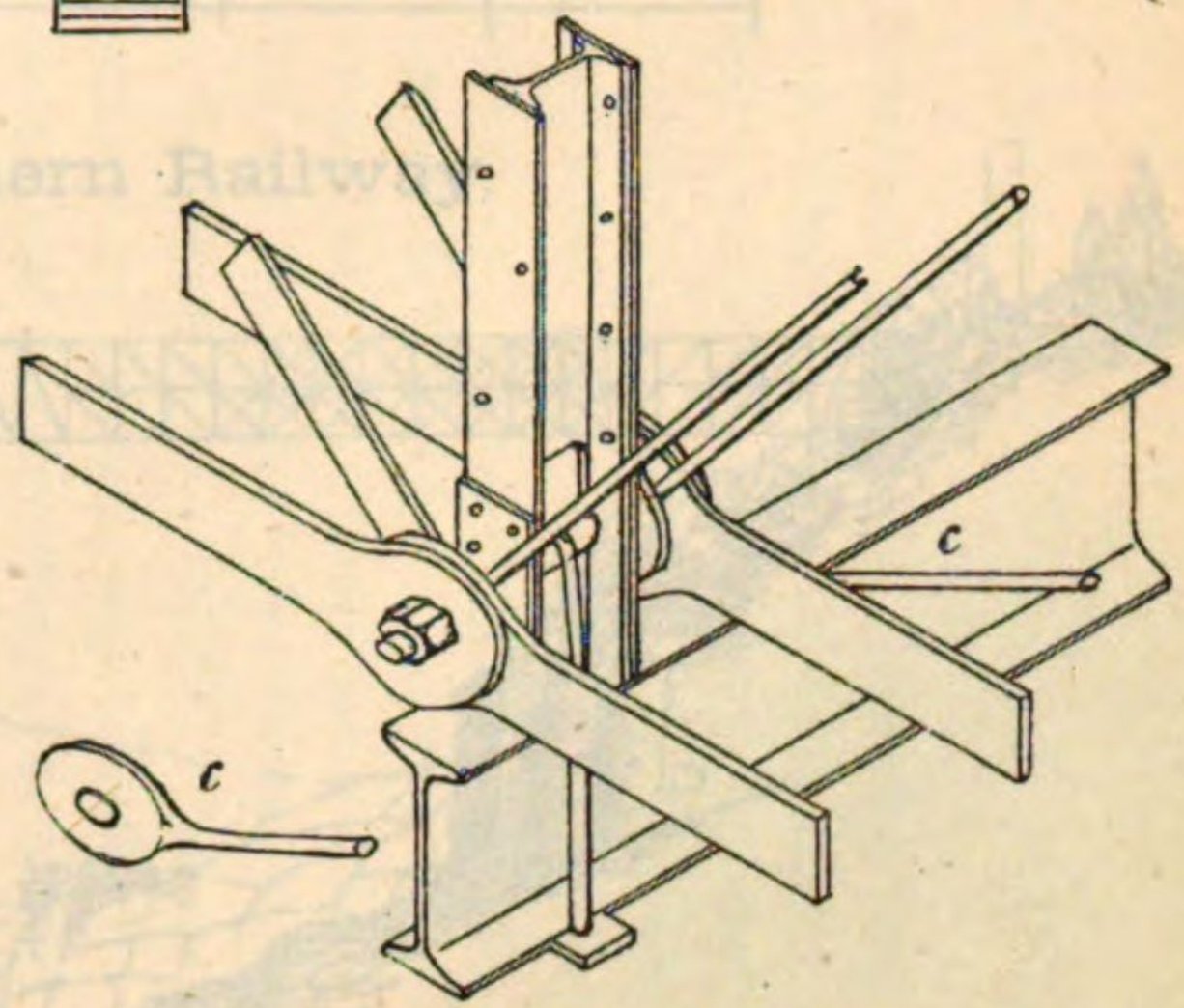


Fig. 5. Detail eines unteren Knotenpunktes.
c Detail der Windstrebe (umgewendet).

Fig. 3. Querschnitt.

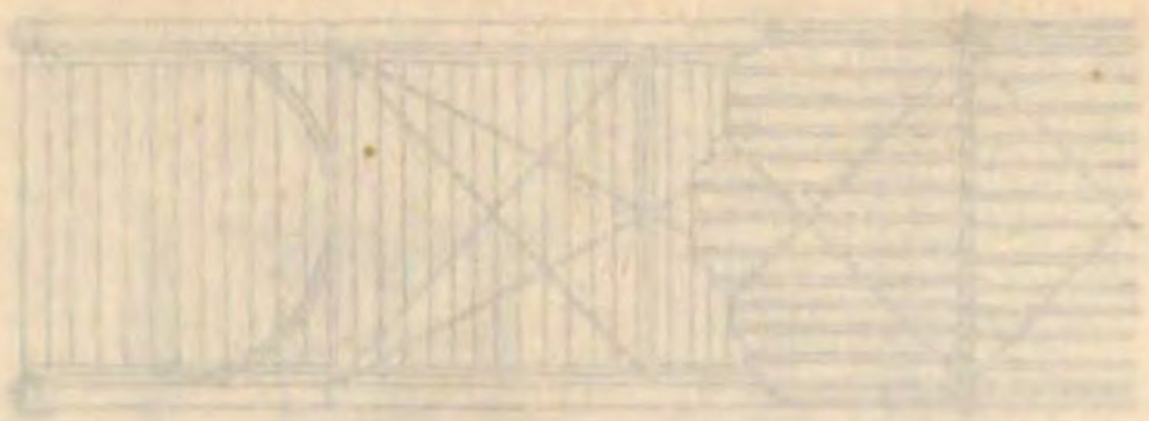


Fig. 4. Detail eines oberen Knotenpunktes.

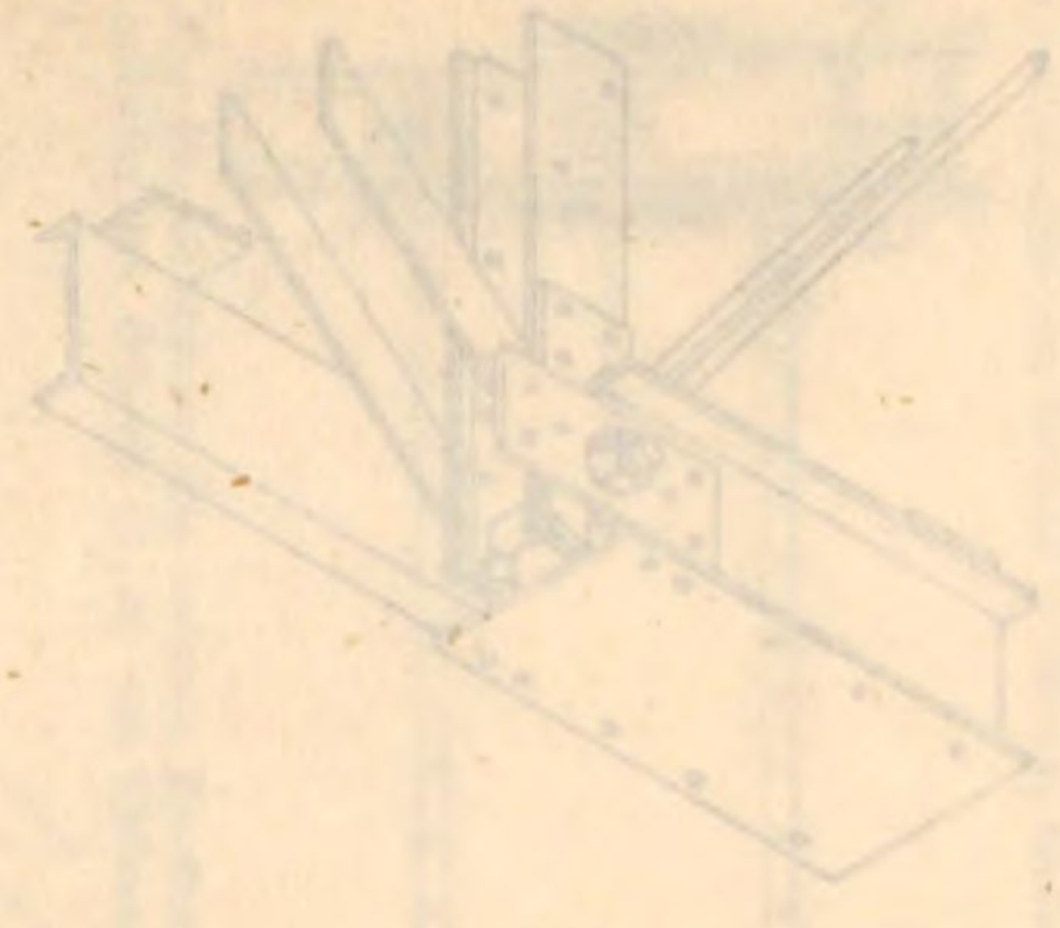
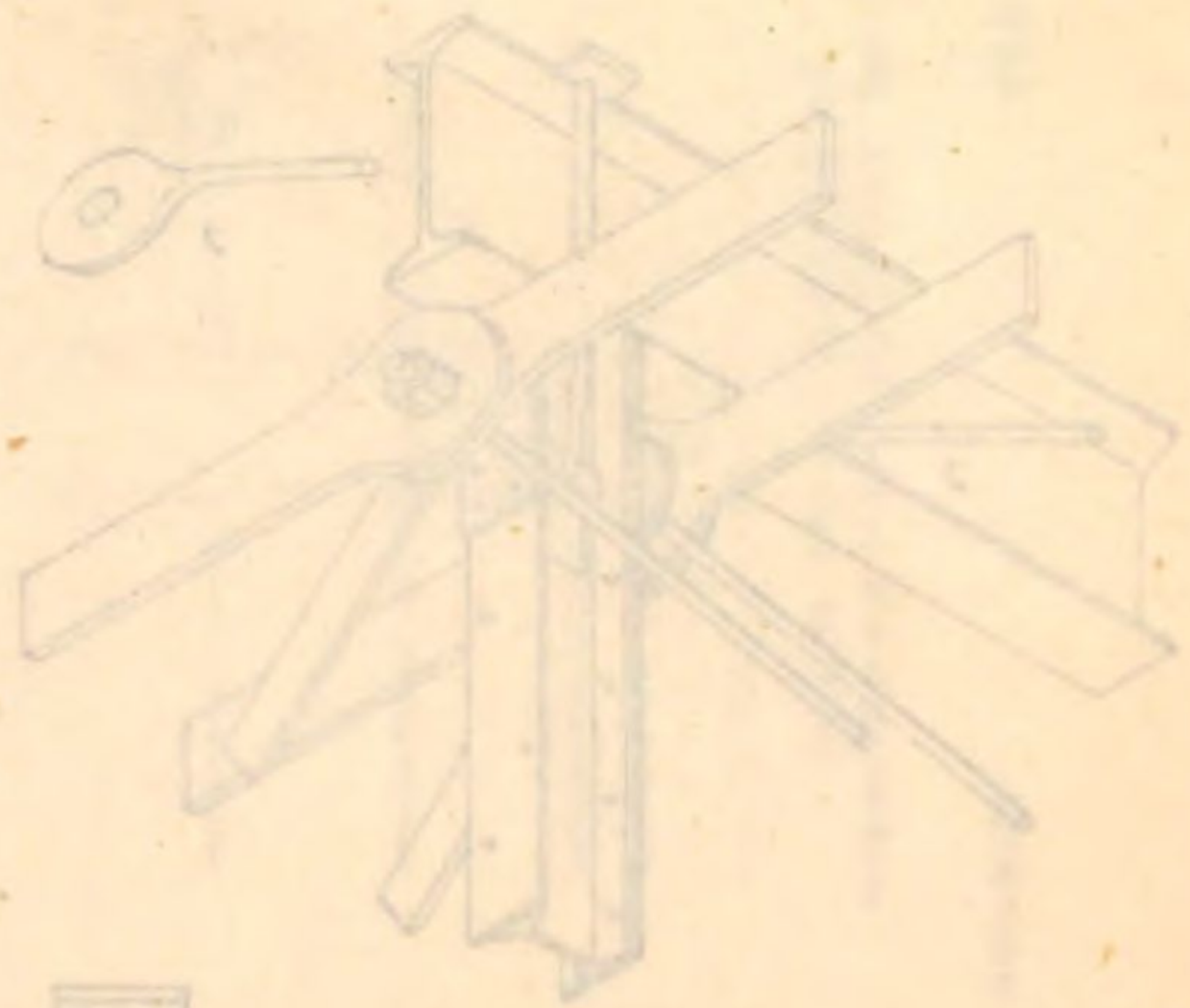


Fig. 5. Detail der Auflagerung (unbewegt).



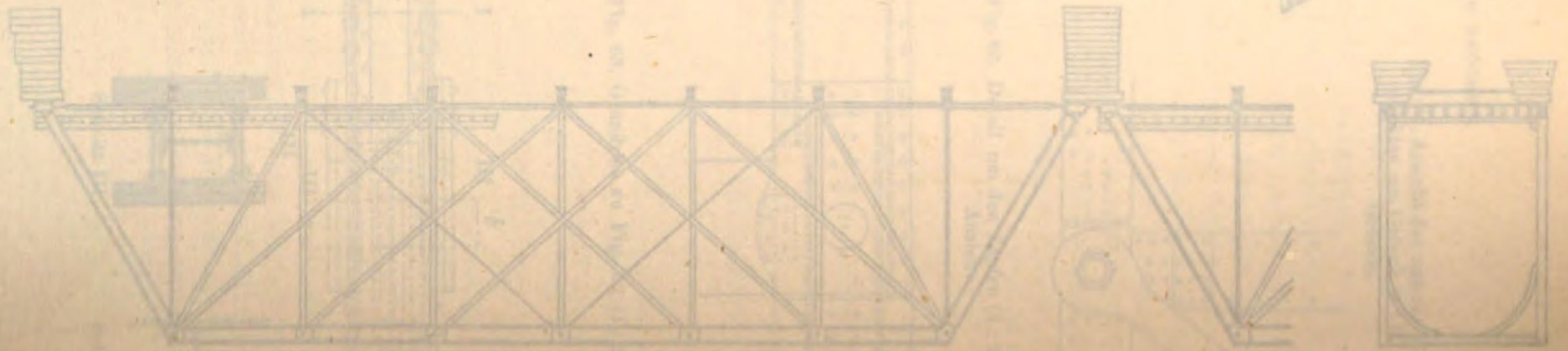


Fig. 1. Ansicht.

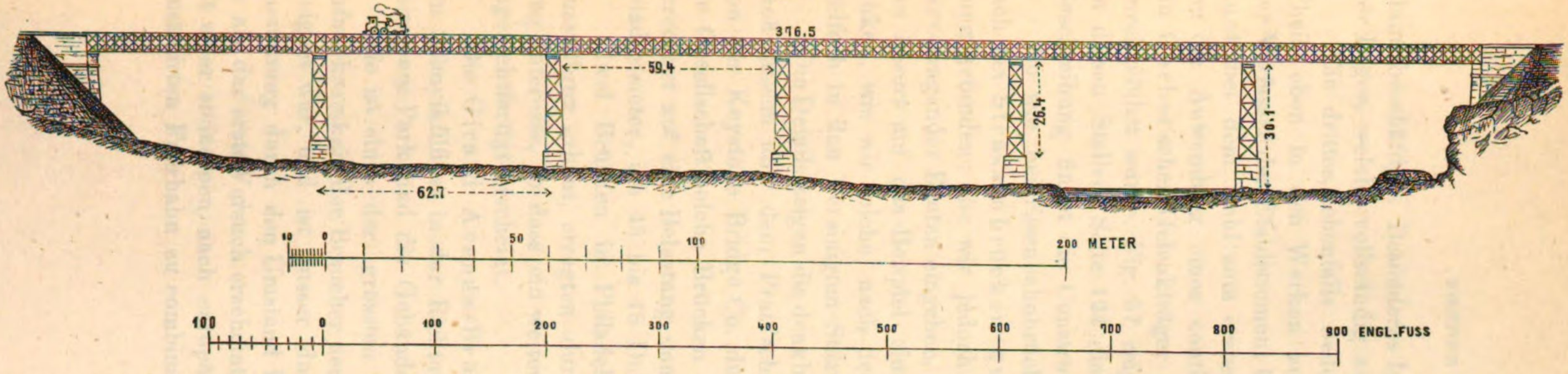
Fig. 2.

Entwurfe der Strassenbrücke, construirt von der Cincinnati Bridge Co. f. W. Springer, E

Zu Seite 125.

Iglawa-Viaduct der österreichischen Staatsbahn.

Fig. 1.



Kentucky-Viaduct der Cincinnati Southern Railway.

Fig. 2.

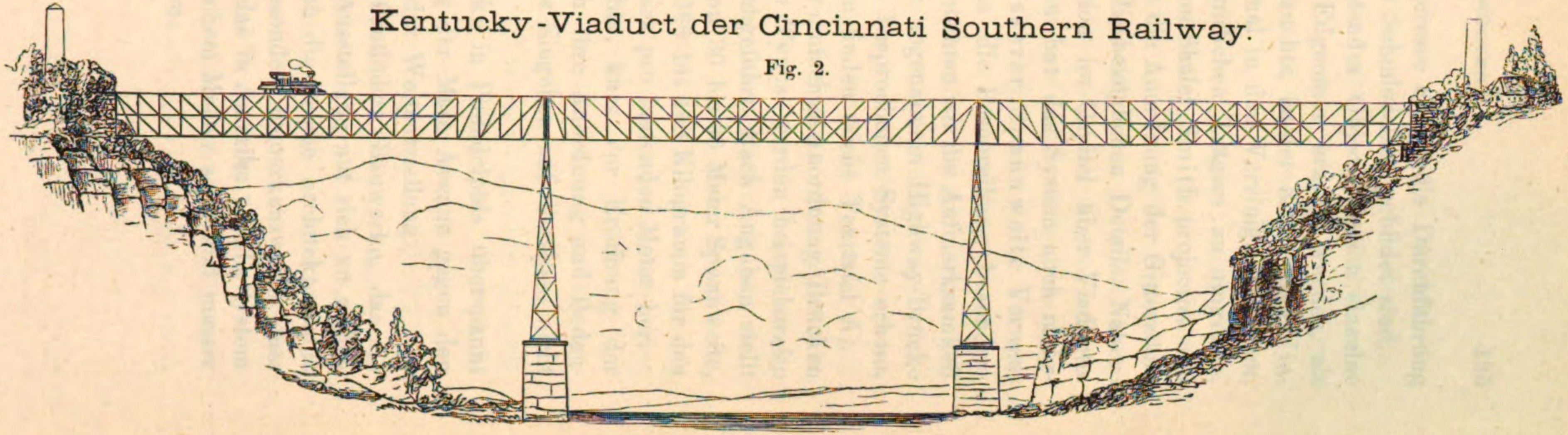
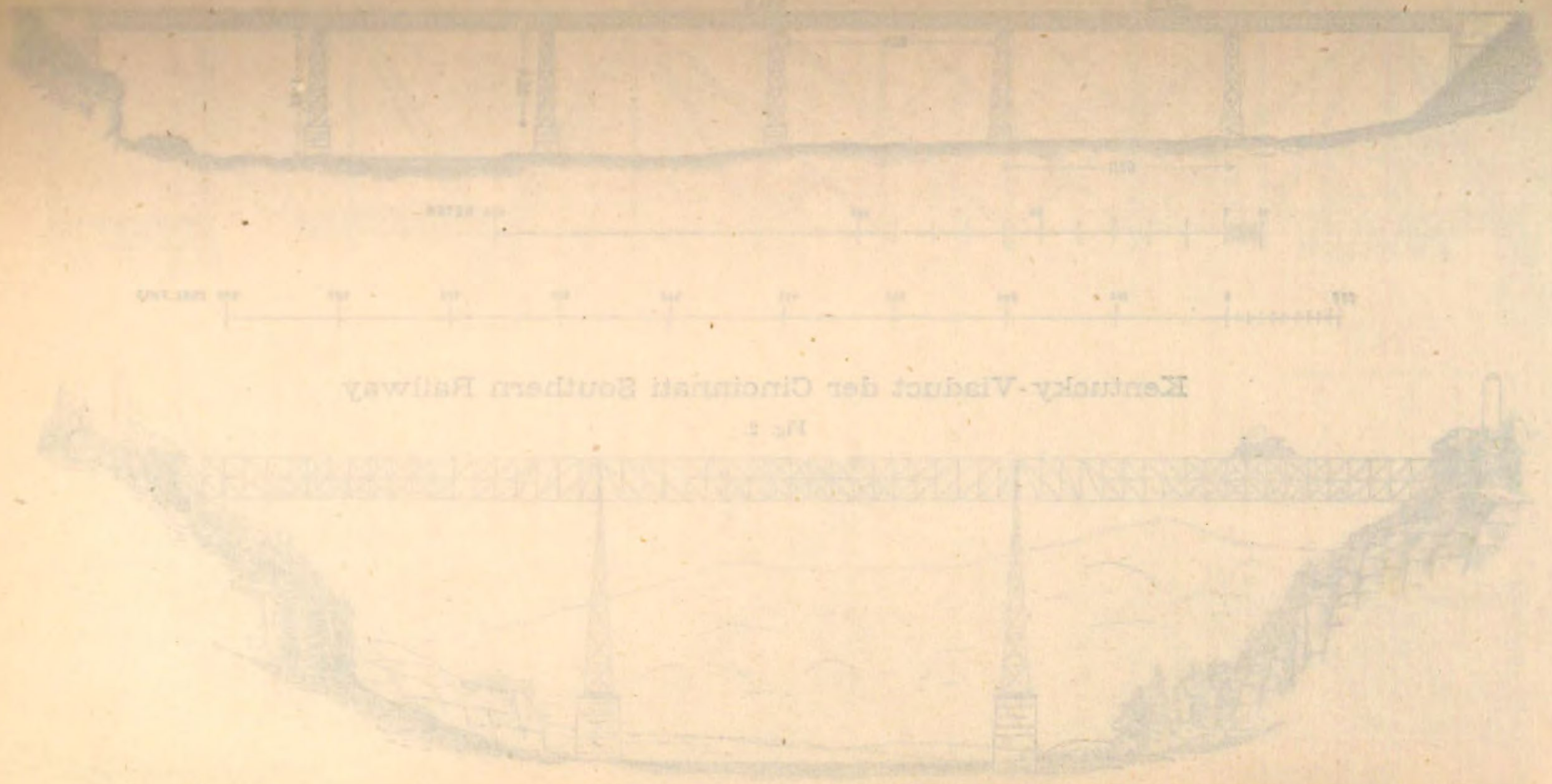


Fig. 1.



Kentucky-Viaduct der Cincinnati Southern Railway

Mann beschäftigt). Besonderes Interesse erregt die Durchführung der Lager, welche vollständig aus Schmiedeisen gebildet sind.

Ein drittes, ebenfalls bedeutendes Object, dessen einzelne Theile eben in den Werken zu Edgemoor erzeugt wurden, als der Verfasser das Etablissement besuchte, ist der Kentucky Viaduct, bei dem wohl zum erstenmal in den Vereinigten Staaten, um die Anwendung eines continuirlichen Trägers zu umgehen, ein Gerber'scher Gelenkträger von Shaler Smith projectirt und durchgeführt wurde. Fig. 57 zeigt die Anordnung der Gitterstäbe an diesen Stellen, Seite 124 die diesbezüglichen Details. Nähere Beschreibung findet die Construction im Capitel über Viaducte.

So wie bei Eisenbahnbrücken hat das System auch mehrfach bei Strassenbrücken grösserer Spannweite Verwendung gefunden; ehe wir jedoch an die Beschreibung besonders hervorragender Bauten eingehen, möchten wir die Aufmerksamkeit des Lesers auf das Beispiel einer sogenannten Highway-Brücke lenken, wie wir solche, nach dem besprochenen Systeme erbaut, vielfach in den Vereinigten Staaten finden (siehe Texttafel A).

Die Details zeigen die denkbar einfachste Anordnung. Brücken nach diesem und dem Pratt'schen Typus werden beispielsweise von der Keystone Bridge Co. durchgeführt. Nach Angaben stellt die Gesellschaft solche Brücken von 30 bis 33 Meter Spannweite, berechnet auf eine Belastung von 360 bis 440 Kilogramm für den Quadratmeter, um 45 bis 48 Dollars pro laufenden Meter her.

Zwei Brücken in Philadelphia, kurz vor Eröffnung der Ausstellung erbaut, erregten durch ihre Anordnung und Bedeutung Interesse, so dass ein weiteres Eingehen auf dieselben nicht ungerechtfertigt erscheint.

Die Girard Avenue-Brücke in Philadelphia überspannt den Schuylkillfluss in der Richtung der Main Avenue gegen den Fairmount-Park und die Gebäude der Weltausstellung.

Sie ist eines der grössten öffentlichen Bauwerke, das die Aufmerksamkeit der Besucher der Ausstellung auf sich zu ziehen geeignet war, und ist ausser durch die reiche architektonische Ausstattung durch den Umstand besonders bemerkenswerth, dass sie als der erste Versuch erscheint, das in Amerika übliche System mit einer steinernen, nach europäischem Muster solid und massiv construirten Fahrbahn zu combiniren.

Die Uebersetzung des Stromes erfolgt in 5 Spannweiten, von denen die drei mittleren je 60·04 Meter, die beiden äusseren je 41·76 Meter betragen. Die Fahrbahn liegt 16·7 Meter, die Unterkante der Träger 7·0 Meter über dem Niederwasser.

Die Fundirung der Strompfeiler wurde in der Art vorgenommen, dass man nach, bis auf 9·1 Meter unter Null erfolgter Ausbaggerung eine Art hölzerner Caissons von 10·4 Meter Breite, 47·5 Meter Länge und 4·9 Meter Höhe, ein in Amerika sogenanntes „cribwork", bis auf den Felsen versenkte. Dieses Cribwork mit zugespitzten Stirnflächen war aus horizontalen, 30 Centimeter starken und fest mit einander verbundenen Balken zusammengesetzt, welche doppelte Wände bildeten, deren Zwischenraum mit Steinen ausgefüllt wurde. Die Wände des Caissons wurden provisorisch zum Schutze gegen die Strömung und gegen Hochwasser bis 11 Meter über Nullwasser durch Aufsetzen von verticalen Balken in Entfernungen von 1·83 Meter, welche mit 5·1 Centimeter starken Bohlen verplankt wurden, erhöht und so ein Fangdamm gebildet, der zwar nicht ein Ausschöpfen des Wassers zuliess, wohl aber gestattete, die Betonirung in ruhigem Wasser vorzunehmen.

Der innere, 1365 Cubikmeter umfassende Raum des Caissons wurde sodann mit Beton ausgefüllt, nachdem der Untergrund durch Taucher mit Hilfe von Centrifugalpumpen vom Sande gereinigt worden war. Der Beton bestand aus 4 Theilen, in Stücke von 5 Centimeter Durchmesser zerschlagener Hochofenschlacke, 1 Theil Coplay-Cement und 1 Theil Sand. Der Beton wurde durch Handarbeit gemischt und in Lagen von 30 Centimeter Höhe aufgeführt, deren jede man durch Taucher sorgfältig ebnen liess. Bei einer vorgenommenen Probe zeigte ein Betonwürfel von 8 Centimeter nach 30tägiger Erhärtung eine Festigkeit von 21·6 Kilogramm pro Quadratcentimeter, während die grösste Beanspruchung durch die Brücke und die Maximalbelastung nicht mehr als 3·16 Kilogramm pro Quadratcentimeter betragen kann. In der That ist auch bis jetzt kein Zeichen einer Setzung wahrgenommen worden.

Die Fundirung der Widerlager geschah in ähnlicher Weise; nur wurde hier das Cribwork durch einen Fangdamm aus 30 Centimeter starken Piloten ersetzt.

Ueber dem Fundamente bestehen die Pfeiler und die Widerlager aus rauh bossirtem Granitquadermauerwerk in Schichten von 50·8 bis 76·2 Centimeter Höhe, mit einem regelmässigen Wechsel von Läufern und Bindern, die sich nirgend um weniger als ihre Breite überdecken. Die Hinterfüllung geschah mit Beton von der oben bezeichneten Beschaffenheit.

Mit Ausnahme der Deckplatten und Parapete findet sich kein fein behauener Granit auf der Brücke, und dadurch ist dem Bauwerke der Charakter eines massiven Granitbaues gewahrt.

Der eiserne Oberbau besteht aus sieben, in Entfernungen von 4·9 Meter liegenden Gitterträgern mit Bolzenverbindungen. Obergurt und verticale Pfosten sind aus Segmenteisen gebildet und durch gusseiserne Schuhe verbunden, der Untergurt und die Diagonalen aus Stäben mit Augen. Ueber jedem Verticalpfosten, d. i. in 3·66 Meter Entfernung von einander, liegen die 38 Centimeter hohen, gewalzten Querträger, welche wieder durch 0·91 Meter von einander abstehende, 23 Centimeter hohe Längsträger verbunden sind. Die Brückentafel ist aus 6 Millimeter starkem, 32 Millimeter hohem Wellenblech construirt, auf das eine Asphaltschicht von 12 Centimeter Dicke aufgetragen erscheint.

Die Gesammtbreite der Brücke von 30·5 Meter vertheilt sich auf 20·5 Meter für die Fahrbahn und je 5·0 Meter für die beiderseitigen Fusswege. Letztere sind mit Schieferplatten gepflastert und von der eigentlichen Fahrbahn durch ein leichtes eisernes Gitter mit Broncefüllungen getrennt.

Ueber den Pfeilern sind Vorbaue in Form von Balkonen angelegt, welche von gusseisernen Säulen unterstützt werden und je einen Candelaber mit 6 Flammen tragen. Das äussere Gitter der Brücke ist von Gusseisen mit reich ornamentirten Broncefüllungen; die letzteren sind unter einem Drucke von 4·22 Kilogramm pro Quadratcentimeter gegossen und zeigen scharfe Details.

Es ist beabsichtigt, später Fusswege zwischen den Untergurten der Träger einzurichten, und hat man hiezu schon Zugänge zu denselben durch Bogenöffnungen in den Widerlagern hergestellt. Das Eisenwerk der Brücke ist mit einem Anstriche von grauer Farbe, die durch Blau und Gold belebt wird, die Geländer und Candelaber sind mit einem solchen von Grün und Gold versehen.

Das Eigengewicht der Construction repräsentirt in Verbindung mit einer zufälligen Belastung von 488 Kilogramm pro Quadratmeter eine Totallast von 44.646 Kilogramm pro laufenden Meter; der statischen Berechnung der Brücke wurde eine zulässige Inanspruchnahme von 700 Kilogramm pro Quadratcentimeter für Zug und von 410 Kilogramm pro Quadratcentimeter auf Druck zu Grunde gelegt. Das Eigengewicht stellt sich auf circa 29·8 Tonnen pro laufenden Meter.

Die Herstellung der Brücke erfolgte in der kurzen Zeit vom 11. Mai 1873 bis 4. Juli 1874 und ist die Ursache der raschen Vollendung in der Betonfundirung, in der zweckmässigen Fangdammanlage, welche ein während der Bauzeit eingetretenes Steigen des Wassers von 9·15 Meter auf 16·03 Meter keinen Schaden auf die Bauführung nehmen liess, endlich in dem Princip der gelenkförmigen Knotenverbindungen zu suchen.

Die Brücke wurde von Clarke, Reeves & Co. construirt, von den Phönixville Bridge Works ausgeführt.

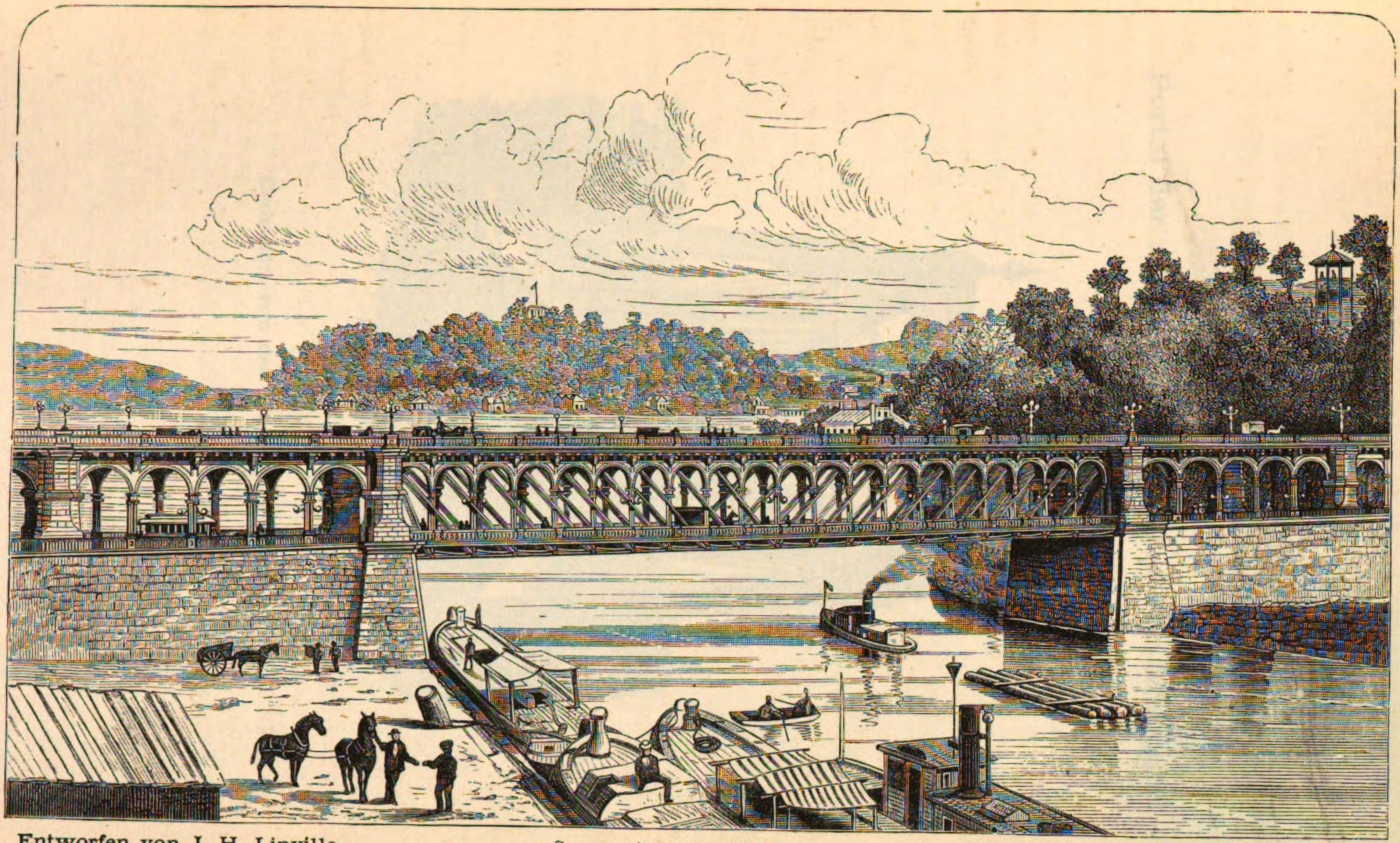
Im Vergleiche mit europäischen Strassenbrücken zeigt die Girard Avenue Bridge hinsichtlich der Grössenverhältnisse und Kosten interessante Verhältnisse, und wir lassen zur Darlegung derselben eine Zusammenstellung der neueren grösseren Strassenbrücken Londons folgen: *)

	Länge	Breite	Oberfläche	Kosten	Kosten pro Q.-Met. Oberfläche
London-Brücke	276 Mt.,	16·3 Mt.,	4500 Q.-Mt.,	5,421.500 fl.	110 fl.
Waterloo- „	421 „	12·6 „	5305 „	5,799.150 „	100 „
Southwark- „	244 „	12 9 „	3148 „	3,840.000 „	110 „
Westminst. „	354 „	25·9 „	9169 „	3,931.900 „	40 „
Blackfriars- „	388 „	23·2 „	9002 „	3,200.000 „	33 „
Girard- „	305 „	30·5 „	9303 „	2,675 000 „	27 „

Eine zweite Strassenbrücke Philadelphias von bedeutender Spannweite ist die Callowhill- oder Fairmount-Brücke über den Schuylkill, welche von der Keystone Bridge Co. erbaut wurde, und von welcher wir eine Abbildung auf Texttafel C bringen. Sie übersetzt in einer einzigen Spannweite von 106·67 Meter den Schuylkill und ausserdem die Callowhillstrasse mit einer Oeffnung

*) Diese, wie die vorhergehenden Angaben, wurden directe dem Album (Supplement) der Phönixville Bridge Works entnommen.

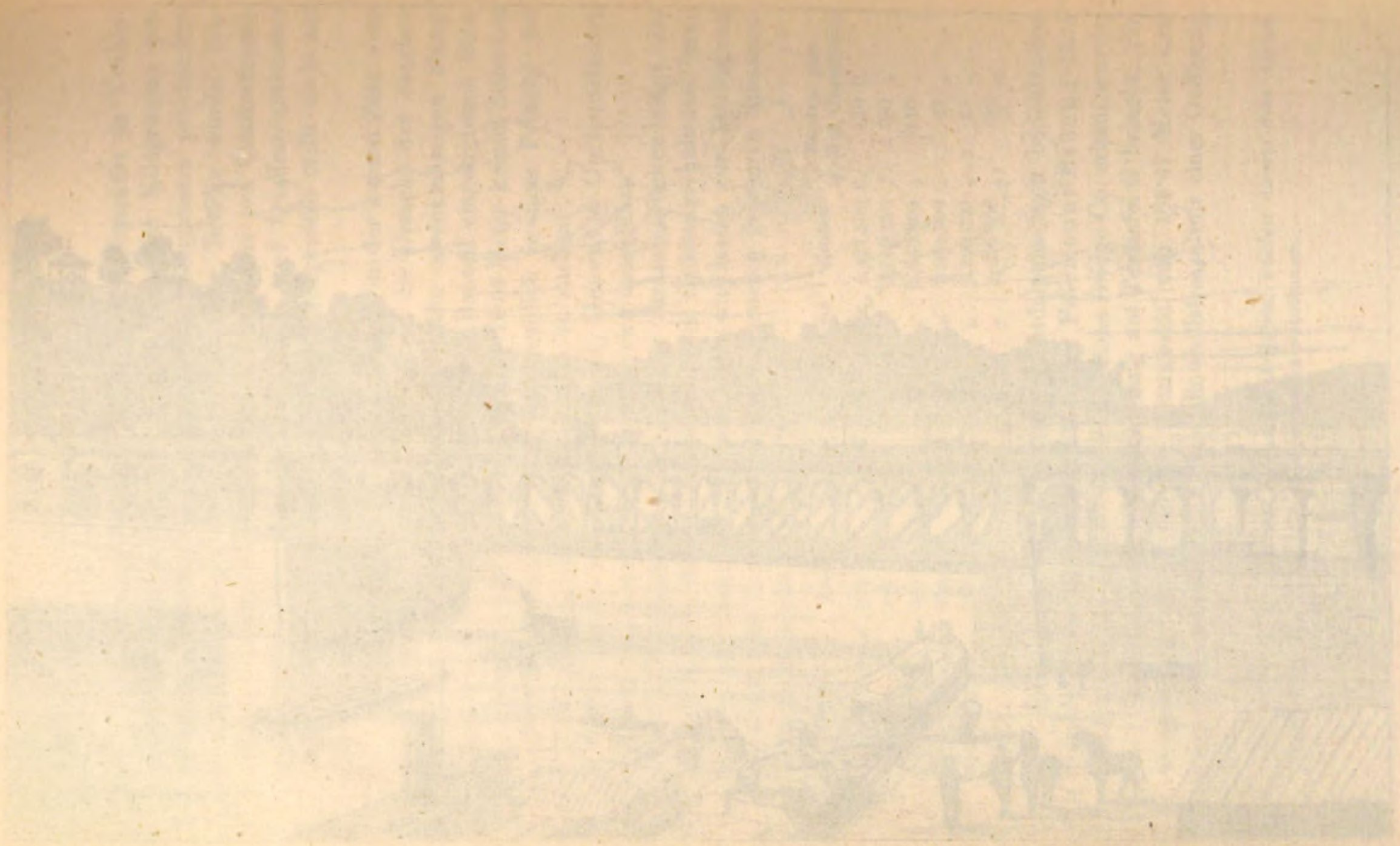
Callowhill Strassenbrücke über den Schuylkill in Philadelphia (Pa.).



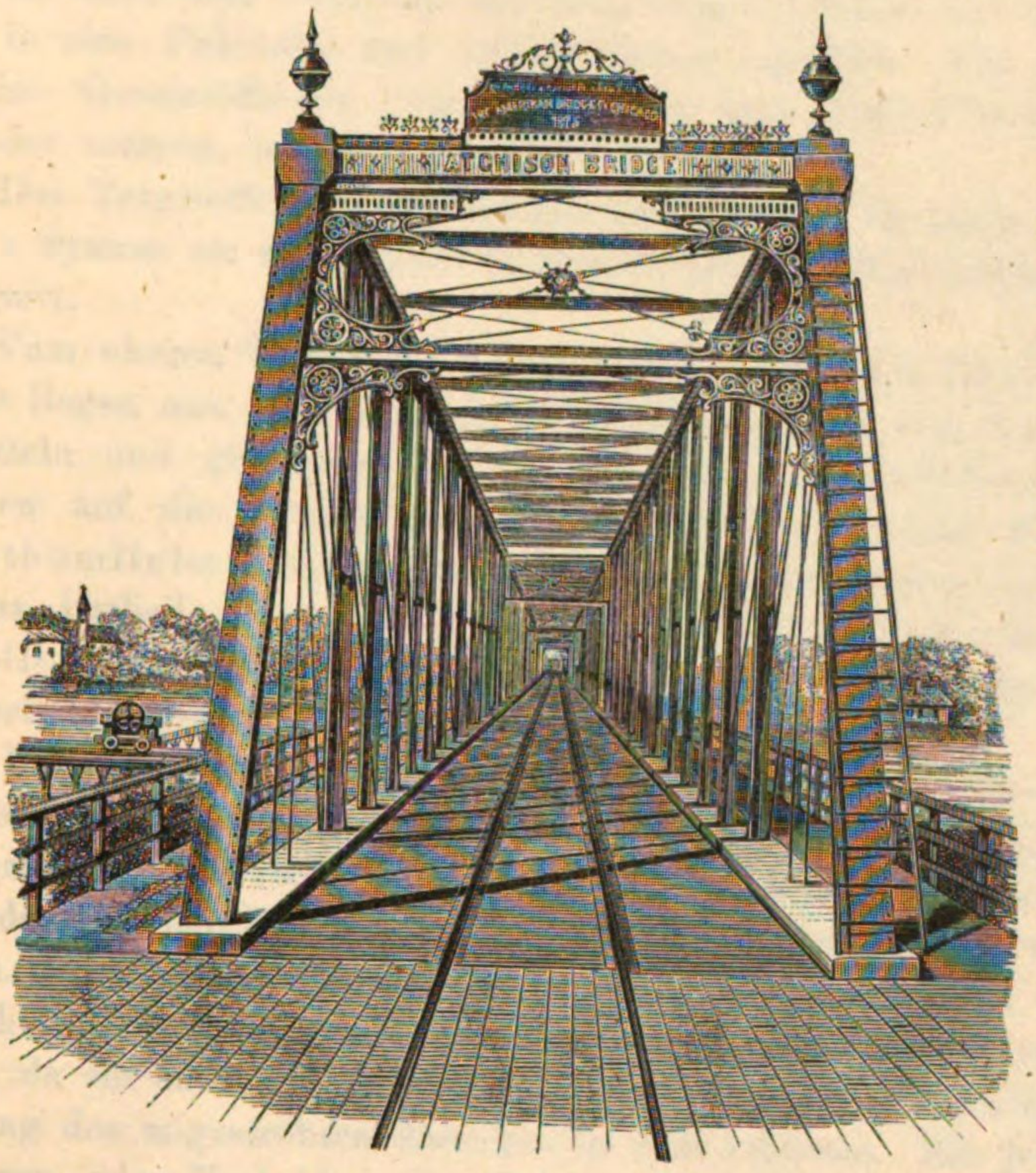
Entworfen von J. H. Linville.

Spannweite 106·7 Meter.

Erbaut von der Keystone Bridge Co.



Portal der Atchison-Brücke über den Missouri.



Construirt von der American Bridge Co.

Zu Seite 128.

von 24·38 Meter; auf der Ostseite schliessen sich noch fünf Bogen mit 32·0 Meter, auf der Westseite zehn Bogen mit 70·1 Meter Länge, ferner eine Brücke über die 30. Strasse mit 27·4 Meter, 9 Oeffnungen mit Blechträgern von zusammen 91·4 Meter, endlich noch eine Brücke über die Pennsylvania-Eisenbahn mit 42·67 Meter Spannweite an. Das Bauwerk hat demnach eine Totallänge von 394·7 Meter.

Es dient dem Verkehre auf zwei Strassenbahnen, von denen jede in eine Fahrbahn und zwei Fusswege zerfällt. Die obere hat eine Gesammtbreite von 14·6 Meter und liegt 9·75 Meter über der unteren, welche 15·2 Meter breit ist.

Das Tragwerk der eigentlichen Strombrücke ist nach Linville's System als zweifaches Fachwerk mit schlaffen Zugstäben construirt.

Vom oberen Theile der Druckpfosten gehen aus Blech gebildete Bogen aus, welche einen Uebergang zwischen den ersteren vermitteln und gleichsam eine Fortsetzung der anschliessenden Arcaden auf die Brücke selbst bilden sollen. Ueber diese eigenthümliche Architektur einer Trägerconstruction bringen wir das Urtheil eines bekannten amerikanischen Fachmannes, A. Boller, das wir in seiner ganzen Schärfe nur vollständig gerechtfertigt finden*).

„Der Bau von Brücken bietet wenig Spielraum für eine künstlerische Architektur. Jede Verzierung an einem solchen Bauwerke muss mit sorgfältiger Berücksichtigung der Construction sowie der Besonderheiten des verwendeten Materiales angebracht werden. Eine correct durchgeführte Brücke bringt schon an und für sich in Jedermann einen angenehmen, ästhetischen Eindruck hervor, da sie eben die Idee des Masses und der vollständigen Erfüllung des angestrebten Zweckes in sich schliesst. Ein jedes Verbergen oder Verhehlen der Constructionsglieder durch Füll- oder Masswerk oder durch irgend eine Beigabe, welche dieselben als etwas Anderes erscheinen lässt, als sie wirklich sind, muss als ebenso unschön als unredlich bezeichnet werden. Letzteres gilt im vollsten Masse für die Fairmount-Brücke, die doch als

*) Alfred Boller, „Practical Treatise on the Construction of Iron Highway Bridges", New-York 1876, Seite 82.

Gitterbrücke construirt ist, welcher aber durch falschen, ornamentalen Schmuck das Ansehen eines Arcadenganges gegeben wurde. Vielleicht mehr als für jedes andere öffentliche Bauwerk gilt bei Brücken der Satz: „Decorire die Construction, aber construire nie eine Decoration." Dieser Satz kann nicht oft genug wiederholt werden, wenn in unserem Zeitalter eine Stadtgemeinde die Anbringung einer total verkehrten Architektur an einem so bedeutenden Bauwerke, wie es die Callowhill-Brücke darstellt, gestattet. In constructiver Hinsicht ist diese Brücke mit ihren zwei übereinanderliegenden Fahrbahnen, mit ihrer grossen Spannweite und bedeutenden Breite ein Monument ihres Erbauers und des gesammten, amerikanischen Ingenieurwesens. Doch anstatt die enormen Träger und die Construction für sich allein wirken zu lassen, wurden Tausende von Dollars verschwendet, um mit grossem Aufwande von Blech eine fictive Arcade zu schaffen und dem Bauwerke den Charakter der Massivität zu verleihen. Dabei springen die Bogen aus grossen, schmiedeisernen Capitälen ungefähr aus der Mitte der verticalen Pfosten heraus, und der endliche Eindruck auf den Beschauer ist nur der, dass er einen Bogengang vor sich hat, welcher ohne irgend eine Unterstützung in einer Länge von über 100 Meter einen Strom übersetzt! Es fehlte nur, dass der Architekt, der dieses Wunderwerk geschaffen, nach dem Anstriche des Eisens auf dasselbe Sand aufgebracht, um in noch täuschenderer Weise den Eindruck einer steinernen Arcade hervorzubringen!"

Ein drittes Beispiel liefert die Brücke über den Hudson-Fluss zu Troy, von Mr. Boller projectirt; sie gehört zu den grössten Strassenbrücken Amerikas. Ihre Gesammtlänge mit Ausschluss der beiderseitigen gemauerten Rampen beträgt 342 Meter, und zwar setzt sie sich zusammen aus: Zwei Spannweiten zu je 74·37 Meter, einer zu 68·88 Meter, einer Drehbrücke zu 78·63 Meter, und zwei kleineren Oeffnungen mit 25·9 Meter und 19·81 Meter. Die Pfeiler sind in 3 Meter Tiefe unter Mittelwasser auf Pfahlröste gegründet. Die 10·4 Meter über Mittelwasser am Untergurte liegende Fahrbahn hat mit Einschluss der Fusswege eine Gesammtbreite von 11·28 Meter. Die Entfernung der Träger von Mitte zu Mitte beträgt 7·84 Meter; dieselben zeigen die gewöhnliche amerikanische Constructionsweise mit Bolzenverbindung und sind

ganz aus Schmiedeisen als Fachwerkträger mit steifen Verticalen construirt. Bei den Trägern der vier grossen Oeffnungen, welche 9·14 Meter Höhe haben, ist das Fachwerk ein doppeltes, wodurch die ganze Spannweite in 19 Felder von 3·89 Meter Länge getheilt wird. Die Träger der beiden kleinen Spannweiten haben einfaches Fachwerk und sind beziehungsweise 3·66 Meter und 5·49 Meter hoch. Der Obergurt besteht aus zwei [-Eisen von 229 Millimeter Höhe, welche oben durch horizontale, 508 Millimeter breite Lamellen verbunden sind. Die Stösse liegen unmittelbar an jedem Knotenpunkte und sind nur bei der Drehbrücke gedeckt. An den Enden der Gurte ist die Verbindung mit dem schräggestellten Ständer durch ein Gussstück bewirkt. Letzterer ist aus zwei [-Eisen und einem I-Eisen von 305 Millimeter Höhe zusammengesetzt und mit 422 Kilogramm für den Quadratcentimeter beansprucht. Die Verticalen (Patent A. Boller) sind aus zwei [-Eisen construirt, die zur Erhöhung der Knickfestigkeit in ihrer Mitte auf 356 Millimeter in der Ebene des Trägers auseinandergebogen und durch Gitterwerk verbunden sind. Die Verbindung mit dem Bolzen ist durch geschmiedete Zwischenstücke bewirkt, auf welchen die Verticalen mit ihren gehobelten Enden aufsitzen und überdies verlascht sind. Die mit Maschinen gebohrten Nietlöcher lassen dabei einen Spielraum von 0·8 Millimeter zu.*) Der Untergurt und die Diagonalen sind aus Flacheisen mit geschmiedetem Auge hergestellt und für eine Inanspruchnahme von 700 Kilogramm für den Quadratcentimeter berechnet. Das verwendete Eisen wurde von den Catasanqua-Werken in Lehigh Valley geliefert und auf 4220 Kilogramm Bruchfestigkeit geprüft. Die Gegendiagonalen bestehen aus Rundeisen und sind mittelst eines Schraubenschlosses anzuspannen. Die Querträger (Blechträger) haben 762 Millimeter Höhe, welche gegen die Enden abnimmt; sie sind auch unter die Fusswege verlängert und an den Bolzen des Untergurtes aufgehängt. Die untere und obere Windverstrebung besteht aus Rundeisen, die obere Querverbindung aus zwei 152 Millimeter hohen [-Eisen. Der 7·6 Centimeter dicke Bohlenbelag aus Ahornholz liegt auf

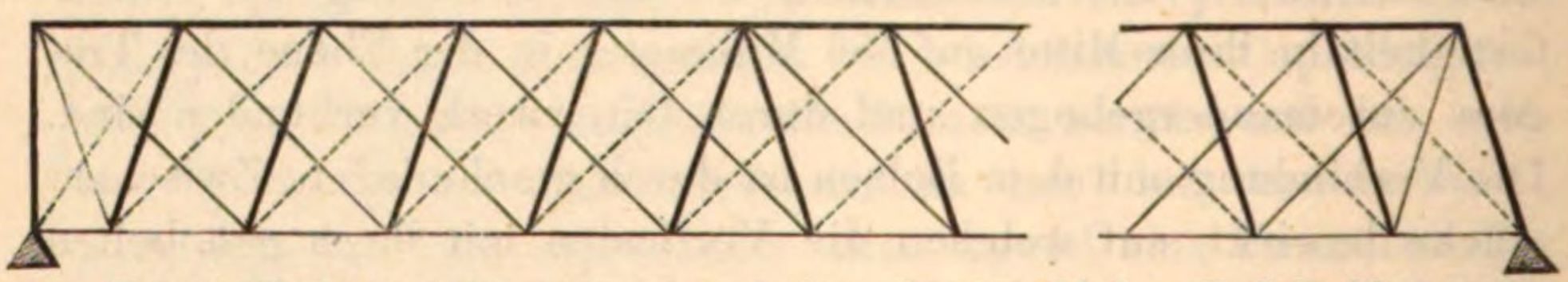
---

*) Vergleiche diese jedenfalls vollkommen gerechtfertigte Anordnung mit den Bemerkungen auf Seite 94 dieses Werkes.

30 Centimeter hohen Langschwellen. Der Berechnung wurde eine mobile Belastung von 3·72 Tonnen für den laufenden Meter zu Grunde gelegt.

Eine andere nach dem Systeme „Linville" erbaute kleinere Brücke, die durch die Zusammenlegung einer Strasse (unten) mit einer Eisenbahn (oben) interessant ist, bildet die Fall River Bridge, welche von der American Bridge Co. im Jahre 1875 für die Old Colony Railroad Co. über den Taunton-Fluss zu Fall River (Mass.) erbaut wurde. Sie besteht aus einer drehbaren Construction von 54·9 Meter Länge und fünf Feldern von je 47·2 Meter Länge, an die sich an den beiderseitigen Ufern je ein kleiner Prattträger für die Eisenbahn von 24 Meter Spannweite schliesst. Die Pfeiler sind aus gusseisernen, mit Beton gefüllten Cylindern gebildet. Die Träger der festen Felder wurden auf

Fig. 64.



Post's Trägersystem. *a* mit verticalem, *b* mit schiefem Endabschluss.

Booten nächst dem Ufer montirt und während des Hochwassers auf die, nur wenig über den Spiegel desselben hervorragenden Pfeilerkronen gebracht. Die Gesammtkosten beliefen sich auf nur 300.000 Dollars.

Auch das System Post (Fig. 64), welches wir bereits bei den mit Holz combinirten Systemen genannt, ist vielfach gänzlich in Eisen zur Durchführung gekommen. Insbesondere ist es die Watson Manufacturing Co., welche es bei vielen ihrer Bauten angewendet hat.

Wir nennen als solche:

Eine Strassenbrücke in Paterson, N. J., Spannweite 54·2 Meter; die West Paterson-Brücke der Erie R. R., drei Felder, Gesammtlänge 111·2 Meter; die Lanesbore-Brücke derselben Bahn (zweigeleisig, vier Felder à 35·3 Meter); die Harlem-Brücke (Eisenbahnbrücke, eingeleisig, zwei feste, eine bewegliche Spannweite, Totallänge 159·7 Meter); die schöne Rosendale-Brücke der Wallkill Valley Railroad (New-York), welche im Bogen auf schlanken Schmiedeisenpfeilern ruhende Postträger besitzt und eine Totallänge von 267·0 Meter aufweist, etc.

Von Seite der Chicago Bridge Co. ist die genannte Construction, vollkommen in Eisen hergestellt, bei dreien der grossen Missouri-Brücken zur Durchführung gelangt, und zwar:

An der, im Jahre 1872 erbauten Brücke zwischen Omaha und Council Bluffs für die Union Pacific Railroad und ihre östlichen Anschlüsse, 11 Spannweiten à 76·2 Meter Spannweite, auf zwei Land- und zehn eisernen Röhrenpfeilern ruhend; Bahn unten, Strassenverkehr. Die Brücke ist eine „High Bridge", das heisst in eine solche Höhe gelegt, dass Dampfboote unter ihr passiren können und die Nothwendigkeit zur Anlage einer Drehconstruction wegfällt. Als Material für den Obergurt und die Druckstäbe des Horizontal-Verbandes kam Guss-, zu allen übrigen Theilen Schmiedeisen in Verwendung. Die Totalkosten beliefen sich auf zwei Millionen Dollars.

An der Boonville-Brücke (Mo.), erbaut 1873—1874 für die Missouri, Kansas & Texas Railroad Co.; fünf feste Felder von 78·6, 78·6, 68·6, 68·6, 25·6 Meter Länge und eine Drehbrücke von 80·2 Meter Länge. Die Totalkosten kamen auf ca. eine Million Dollars.

An der Leavenworth-Brücke, erbaut 1872, drei Felder, worunter zwei zu 103·6, eines zu 95·7 Meter Spannweite. Eisenbahn- und Strassenbrücke. Sie ist ebenfalls eine „High Bridge". Ihre Kosten betrugen circa eine Million Dollars. Ausserdem viele andere. Hinsichtlich der höchst interessanten Pfeiler dieser Brücken verweisen wir auf das Capitel über Fundirung.

Das System Pettit (siehe Fig. 55), welches wir Eingangs dieses Capitels erwähnt, ist namentlich bei Brücken der Pennsylvania Railroad für grössere Spannweiten zur Anwendung gelangt. Wir nennen als nach diesem Systeme erbaute Brücken die Monongahela-Brücke bei Pittsburg (Pa.) etc. Da dieser Trägertypus einer der wenigen war, welche schon auf der Wiener Ausstellung den inländischen Fachgenossen vorlagen und in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines" 1874, S. 24 ausführlich beschrieben ist, gehen wir nicht näher auf denselben ein.

Einen in anderer Weise wie das ebenerwähnte System gebildeten Träger, dessen Schema man sofort erhält, wenn man Figur 55 umkehrt, die secundären Verticalen weglässt und bedenkt, dass nun die kurzen Diagonalen auf Druck beansprucht

werden, wies die von Wilson erbaute Brücke der 41. Strasse in Philadelphia, unmittelbar über die Pennsylvania Railroad nach dem Hauptausstellungsgebäude führend, auf, welche in würdiger Ausstattung ein kleineres, aber schönes Monument amerikanischer Brückenbaukunst repräsentirte.

F. PARALLELTRÄGER MIT NETZWERK.

Neben dem Fachwerksträger beginnt in neuerer Zeit das Triangular-System eine grosse Rolle zu spielen. Für kleinere Spannweiten kommt dasselbe als einfache Anordnung vor, während bei grossen Spannweiten secundäre Einschaltungen oder eine Verdoppelung, ja wie dies z. B. bei der Bergen street- und Linnet street-Brücke der Central Railroad von New Jersey geschehen ist, eine dreifache, bei der Brücke über den Connecticut eine vierfache Anordnung des Gitterwerkes durchgeführt erscheint.

Es sind namentlich die Keystone*) und die Baltimore Co., sowie die Louisville-Brückenbauanstalten, welche dieses System zur Anwendung bringen. Auch Wilson hat in neuester Zeit diese Construction bei der Pennsylvania Railway, welche schon im Jahre 1869 zwei Brücken nach diesem Systeme besass, für kleinere Spannweiten zu Ehren gebracht. Wir nennen als Typus die Eisenbahnbrücke der Morrisville Station.

Der Umstand, dass die mittleren Gitterstäbe sowohl Zug als Druck aufzunehmen haben, was in der Durchbildung der Details einige von dem sonst üblichen Modus abweichende Anordnungen verlangt, mag dazu beigetragen haben, dass dieses theoretisch so vollkommene System nicht noch weitere Verbreitung gefunden.

Unter den zu Gunsten desselben sprechenden Vortheilen ist namentlich der Umstand, dass die Gegendiagonalen wegfallen, von ganz bedeutendem Werthe, da ein zu starkes Anziehen einzelner Constructionsglieder Spannungen in denselben und den anliegenden Theilen wachruft, welche die durch die zufällige Last entstehenden vermehren und hiedurch den Sicherheitsgrad vermindern.

---

*) Diese Gesellschaft hat bisher 761 laufende Meter eines Geleises nach diesem System, eine gegen die übrigen allerdings kleine Zahl, erbaut.

Indem wir hinsichtlich des Anspannens dieser Gegendiagonalen im einfachen Fachwerk und dem Postträger auf die ausführlichen Bemerkungen Gleim's verweisen, können wir nicht umhin, noch einen Umstand hervorzuheben, den Shaler Smith beobachtet und der sich auf die ungleiche Erwärmung durch die Sonne bezieht.

Fig. 65.

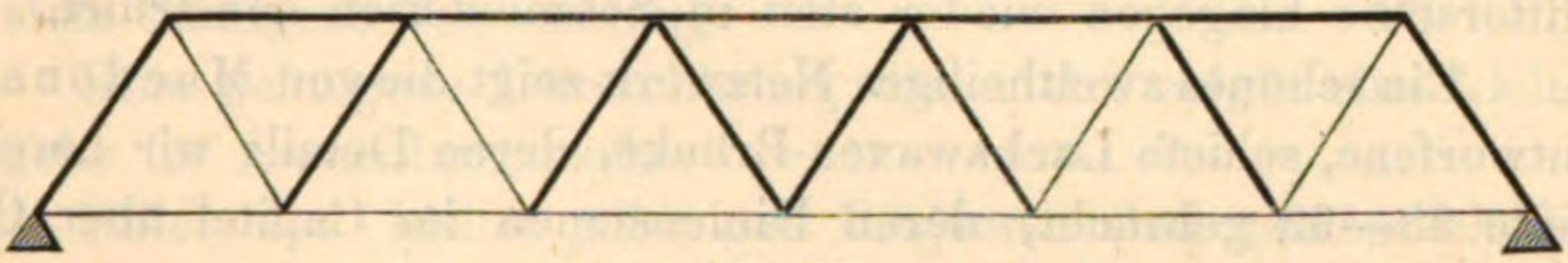


Fig. 66.

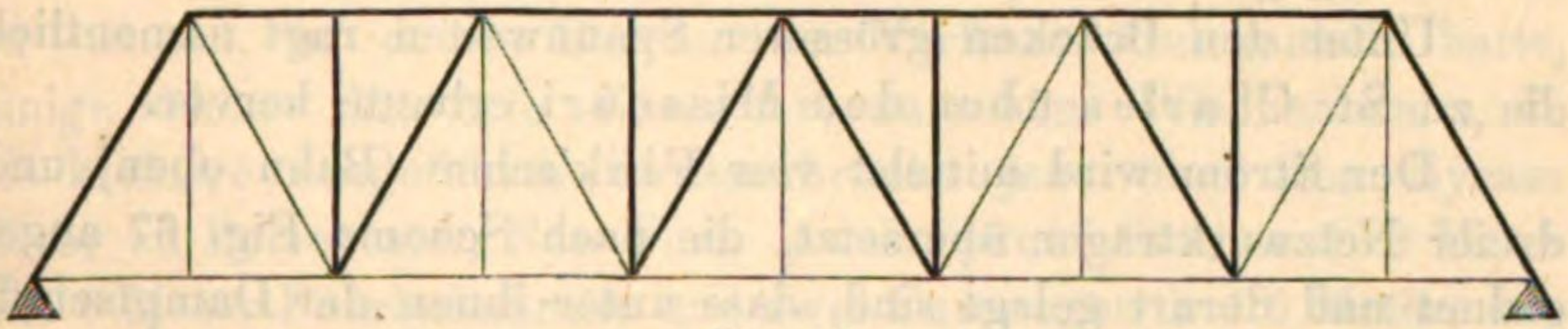


Fig. 67.

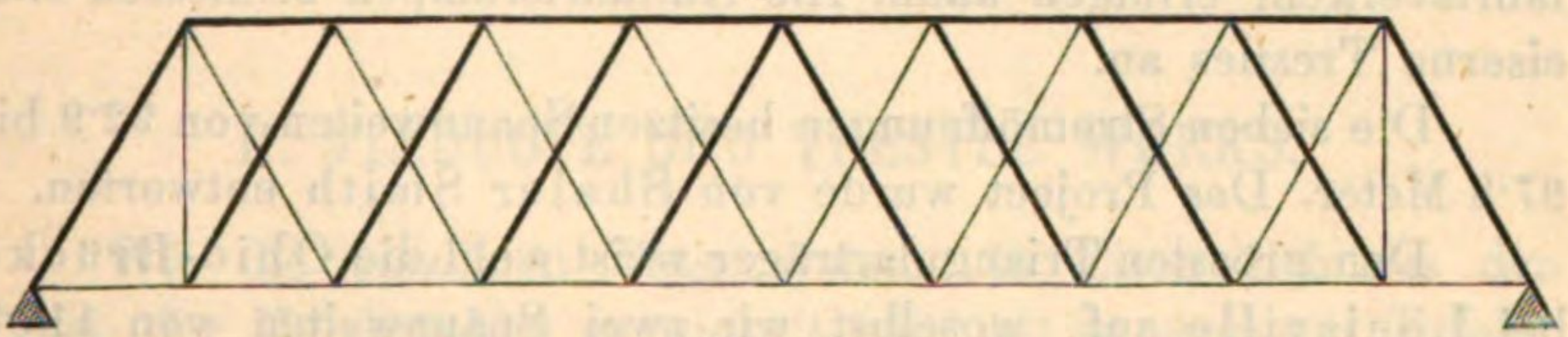
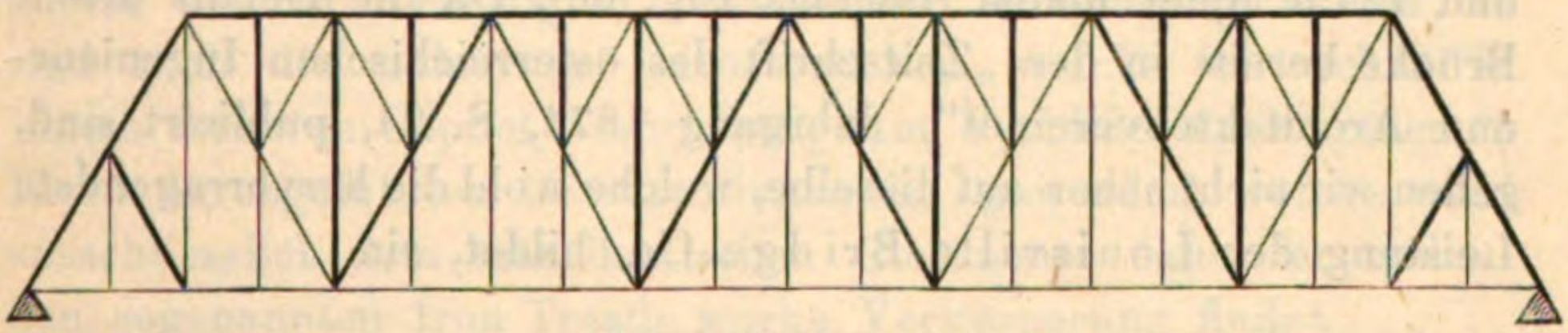


Fig. 68.



Triangular-Systeme.

Die schwachen Gegendiagonalen erwärmen sich nämlich viel rascher als die hohlen, stärkeren Pfosten und Gurte, und in Folge dessen tritt ein Schlottern ein, während plötzliche Abkühlung das Gegentheil bewirkt; dass bei combinirten Systemen in Schmied- und Gusseisen, wo die Ausdehnungs-Coëfficienten der Materialien ungleich sind, solche Wirkungen noch intensiver hervortreten, ist klar. Wie viel unverständige Beaufsichtigungs- und Bahnerhaltungsorgane durch zu starkes Anziehen schaden können, ist oft genug erörtert worden.

Alle diese Nachtheile besitzt das Dreiecksystem, aber auch das später zu beschreibende Fink'sche nicht.

Bei der Blue River Bridge (36·8 Meter Spannweite), welche 1871 von der Louisville Bridge Co. erbaut wurde, finden wir die gezogenen Theile als schmiedeiserne Chains, die gedrückten aus Holz, die auf Zug und Druck in Anspruch genommenen Gitterstäbe hingegen wieder steif in Schmiedeisen construirt.

Ein schönes zweitheiliges Netzwerk zeigt die von Macdonald entworfene, schiefe Lackawaxen-Brücke, deren Details wir bereits Seite 98—99 gebracht, deren Dimensionen im Capitel über Gewichte angegeben erscheinen.

Unter den Brücken grösserer Spannweiten ragt namentlich die zu St. Charles über den Missouri erbaute hervor.

Der Strom wird mittelst vier Fink'scher (Bahn oben) und dreier Netzwerkträger übersetzt, die nach Schema Fig. 67 angeordnet und derart gelegt sind, dass unter ihnen der Dampfschifffahrtsverkehr erfolgen kann. Als Auffahrtsrampen schliessen sich eiserne Trestles an.

Die sieben Stromöffnungen besitzen Spannweiten von 92·9 bis 97·8 Meter. Das Project wurde von Shaler Smith entworfen.

Den grössten Triangularträger weist wohl die Ohio-Brücke bei Louisville auf, woselbst wir zwei Spannweiten von 112·8 und 121·9 Meter finden (Schema Fig. 68). Da die Details dieser Brücke bereits in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines", Jahrgang 1874, S. 24, publicirt sind, gehen wir nicht näher auf dieselbe, welche wohl die hervorragendste Leistung der Louisville Bridge Co. bildet, ein.

G. BOWSTRINGS.

Die Trägersysteme mit gekrümmtem Ober- und geradem Untergurte führen, ohne damit die Form der Krümmung näher zu präcisiren, in den Ver. Staaten allgemein den Namen „Bowstrings".

Sie kommen trotz der Materialersparniss, welche ihre Anwendung mit sich bringt, für Brücken grösserer Spannweiten seltener vor, da die Etablissements den Vortheil eines Minus an Eisen gegenüber der complicirteren Arbeit, deren Durchführung

bei den theueren Preisen derselben schwer in's Gewicht fällt, aufgeben. In der That fällt eine Reihe von Vortheilen, die im Interesse rascher und billiger Herstellung liegen, als gleiche Länge der Gitterstäbe, rechtwinkliger Anschluss der Gurte etc. weg.

Bei Strassenbrücken und Brücken in Parks, wo man dem ästhetischen Momente mehr Rechnung zu tragen hat, findet das System häufigere Verwendung.

Eine gelungene Durchführung dieser Art zeigte eine kleine Brücke im Ausstellungsparke.

Unter den hieher gehörigen Projecten sind namentlich die von der Cincinnati Bridge Co. J. Shipmann durchgeführten zu nennen, in derem Bureau der Verfasser Gelegenheit hatte, einige schöne Entwürfe dieser Art zu sehen. Wir nennen z. B. als kleinere ausgeführte Strassenbrücke jene über den Byram River zu Portchester, New-York (zwei Spannweiten zu 22·8 Meter mit 6 Meter Fahrbahnbreite und zwei Fusswegen à 1·5 Meter) etc.

H. VIADUCTE UND TRESTLE WORKS.

Wie die einzelnen Trägersysteme in Eisen sich aus den Typen der Holzbrücken entwickelt, die mit so grossem Erfolge zuerst in den Vereinigten Staaten zur Ausführung kamen, so sind auch die hölzernen Gerüstbrücken, welche wir schon in einem früheren Capitel besprochen, zum Vorbilde einer später in Eisen durchgeführten Constructionsweise geworden, welche wohl ausschliesslich dem amerikanischen Continente eigen ist und in den sogenannten Iron Trestle works Verkörperung findet.

Während das europäische Princip bei der Erbauung von eisernen Viaducten sich durch die Anordnung mehr oder minder langer Träger charakterisirt, welche durch einzelne in sich selbst stabile Pfeiler unterstützt werden, beruht das amerikanische auf der möglichsten Nahestellung einzelner Joche, welche an und für sich nicht steif genug sind, um als Pfeiler zu dienen, sondern untereinander verstrebt werden müssen, und in der Anwendung kurzer einfacher Träger, welche auf diese Joche zu liegen kommen. Als Spannweite derselben ist hiefür fast ausschliesslich 30 Fuss = 9·1 Meter üblich; die Höhe dieser Viaducte ist zum

Theile eine ganz bedeutende, wie aus den unten folgenden Angaben näher hervorgeht.

Viaducte beider Principien wurden in den Vereinigten Staaten errichtet und Bauten jeder dieser Kategorien waren auf der Ausstellung vertreten; wir beginnen mit der Schilderung der

A. Eisernen Trestle Works.

Die angeschlossenen Figuren (69 bis 80) zeigen ein der neuesten Zeit entnommenes, mit 6. Juni 1876 von der Bauleitung genehmigtes Beispiel, den Typus der Viaducte, wie er für die bereits öfter erwähnte Cincinnati Southern Railroad von Seite der Gesellschaft acceptirt wurde.

Ausser den im Anhange enthaltenen, die allgemeinen Bedingungen festsetzenden Angaben geben wir im Folgenden speciell noch jene Daten, welche für die Dimensionirung der Theile der Berechnung zu Grunde gelegt werden.

Als todte Last der Superstructur wird 1·131 Tonnen pro laufenden Meter (760 Pfund pro laufenden Fuss), als mittleres Gewicht eines Trestles pro Höhenfeld 2·576 Tonnen (5680 Pfund) angenommen.

Berechnet man hienach das Eigengewicht pro Quadratmeter verbaute Fläche, so stellt sich dasselbe auf $16 + \frac{1130}{h}$ Kilogramm, wenn h die mittlere Höhe des Bauwerkes bezeichnet; dies gibt z. B. für eine mittlere Thalhöhe von 30 Meter 54 Kilogramm.

Zur specificirten lebendigen Last werden 30 Procent zugeschlagen. Das Gewicht der Passagierwagen kommt mit 1·488 Tonnen pro laufenden Meter (1000 Pfund pro laufenden Fuss) in Rechnung.

Für den Winddruck gelten folgende Annahmen:

	Druck pro		Druck pro laufenden		Angriffspunkt über der Spitze der Säulen	
	Q.-Meter in Kilogr.	Q.-Fuss englisch. in Pfund	Meter in Kilogr.	Fuss englisch. in Pfund	Meter	Fuss
Passagierwagen . . .	153·8	31·5	468·8	315	3·743	12′ $3\frac{3}{8}$″
Locomotive und Lastwagen	153·8	31·5	375·0	252	3·438	11′ $3\frac{3}{8}$″

Winddruck gegen die Superstructur pro Spannweite 1·26 Tonnen (2786 Pfund), reducirt auf die Spitze der Säulen.

Winddruck gegen die Trestles pro Feld 0·635 Tonnen (1400 Pfund). Die Inanspruchnahmen für die Zug- und Druckstreben der verticalen Wände des

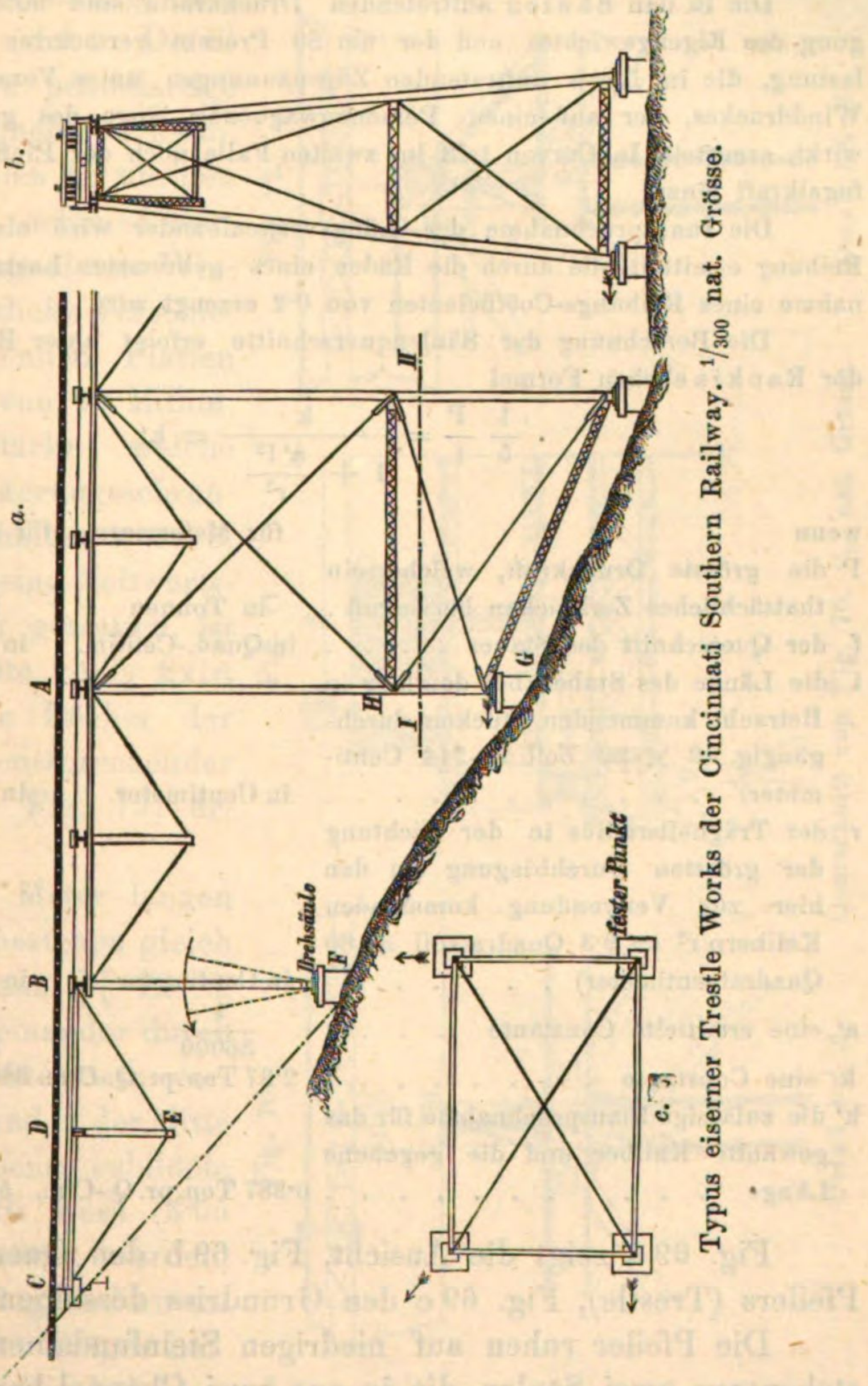


Fig. 69.

Typus eiserner Trestle Works der Cincinnati Southern Railway. $^1/_{300}$ nat. Grösse.

Trestles sind unter der Annahme gerechnet, dass die Bahn mit Passagierwagen besetzt ist, vorausgesetzt, dass der Viaduct in der Geraden liegt; befindet er sich in der Curve, so ist die Inanspruchnahme um die durch die Centrifugalkraft, welche durch zwei Locomotiven hervorgebracht wird, erzeugte Kraftgrösse zu vermehren.

Diese auf die Schienenoberkante wirkend gedachte Centrifugalkraft ist unter Annahme eines Locomotivgewichtes von 40·6 Tonnen (89.400 Pfund) auf 9·1 Meter Länge und einer Geschwindigkeit von 64·4 Kilometer (40 Meilen) pro Stunde gerechnet.

Die in den Säulen auftretenden Druckkräfte sind unter Berücksichtigung des Eigengewichtes und der um 30 Procent vermehrten zufälligen Belastung, die in ihnen auftretenden Zugspannungen unter Voraussetzung eines Winddruckes, der auf einen Personenwagenzug längs des ganzen Geleises wirkt, ermittelt. In Curven tritt im zweiten Falle noch der Einfluss der Centrifugalkraft hinzu.

Die Inanspruchnahme der Längsverticalbänder wird als Function der Reibung ermittelt, die durch die Räder eines gebremsten Lastzuges unter Annahme eines Reibungs-Coëfficienten von 0·2 erzeugt wird.

Die Berechnung der Säulenquerschnitte erfolgt unter Berücksichtigung der Rankine'schen Formel

$$\frac{1}{5}\,\frac{P}{f} = \frac{k}{1 + \frac{a' l^2}{r^2}} = k'$$

wenn	für Metermass	für englisches Mass
P die grösste Druckkraft, welche ein thatsächliches Zerknicken hervorruft .	in Tonnen	in Pfunden
f der Querschnitt des Stabes	in Quad.-Centim.	in Quad.-Zollen
l die Länge des Stabes (bei den hier in Betracht kommenden Stücken durchgängig 12 × 30 Zoll = 914 Centimeter)	in Centimeter	in Zollen
r der Trägheitsradius in der Richtung der grössten Durchbiegung (in den hier zur Verwendung kommenden Kalibern r^2 = 9·3 Quadratzoll = 60 Quadratcentimeter)	in Centimeter	in Zollen
a' eine ermittelte Constante	$\frac{1}{36000}$	$\frac{1}{36000}$
k eine Constante	2·67 Ton. pr. Q.-Ctm.	38000 Pfd. pr. Q.-Z.
k' die zulässige Inanspruchnahme für das gewählte Kaliber und die gegebene Länge	0·387 Ton. pr. Q.-Ctm.	5500 Pfd. pr. Q.-Z.

Fig. 69 a zeigt die Ansicht, Fig. 69 b den Querschnitt eines Pfeilers (Trestle), Fig. 69 c den Grundriss desselben.

Die Pfeiler ruhen auf niedrigen Steinfundamenten und bestehen aus zwei Säulen, die je aus zwei Channel bars [und darüber genieteten Lamellen gebildet und durch einen in Fig. 69 b ersichtlichen Seitenverband vereinigt sind. Diese Pfeiler (Trestle) sind paarweise Fig. 69 c auch in der Ansichtsfläche durch Streben

und Schliessen verbunden. Besondere Rücksicht ist auf die Einflussnahme der Temperatur genommen. Während die erste, in der Ansicht unverstrebte Säule (Rocker Column) in Folge der gelenkförmigen Verbindung am Steinsockel (siehe Detail Fig. 78) eine pendelartige Bewegung annehmen kann, ruhen die Säulen der übrigen Trestles auf schmiedeisernen, durch angenietete Winkel gegen seitliche Verschiebung schützenden Platten (bed plates) von 22 Millim. ($^7/_8$ Zoll) Stärke, welche durch Verankerungsschrauben niedergehalten werden. Um jedoch eine Seitwärtsbewegung zu gestatten, ist nur eine Platte völlig fixirt und sind die Löcher der anderen in entsprechender Weise (siehe Fig. 79) erweitert.

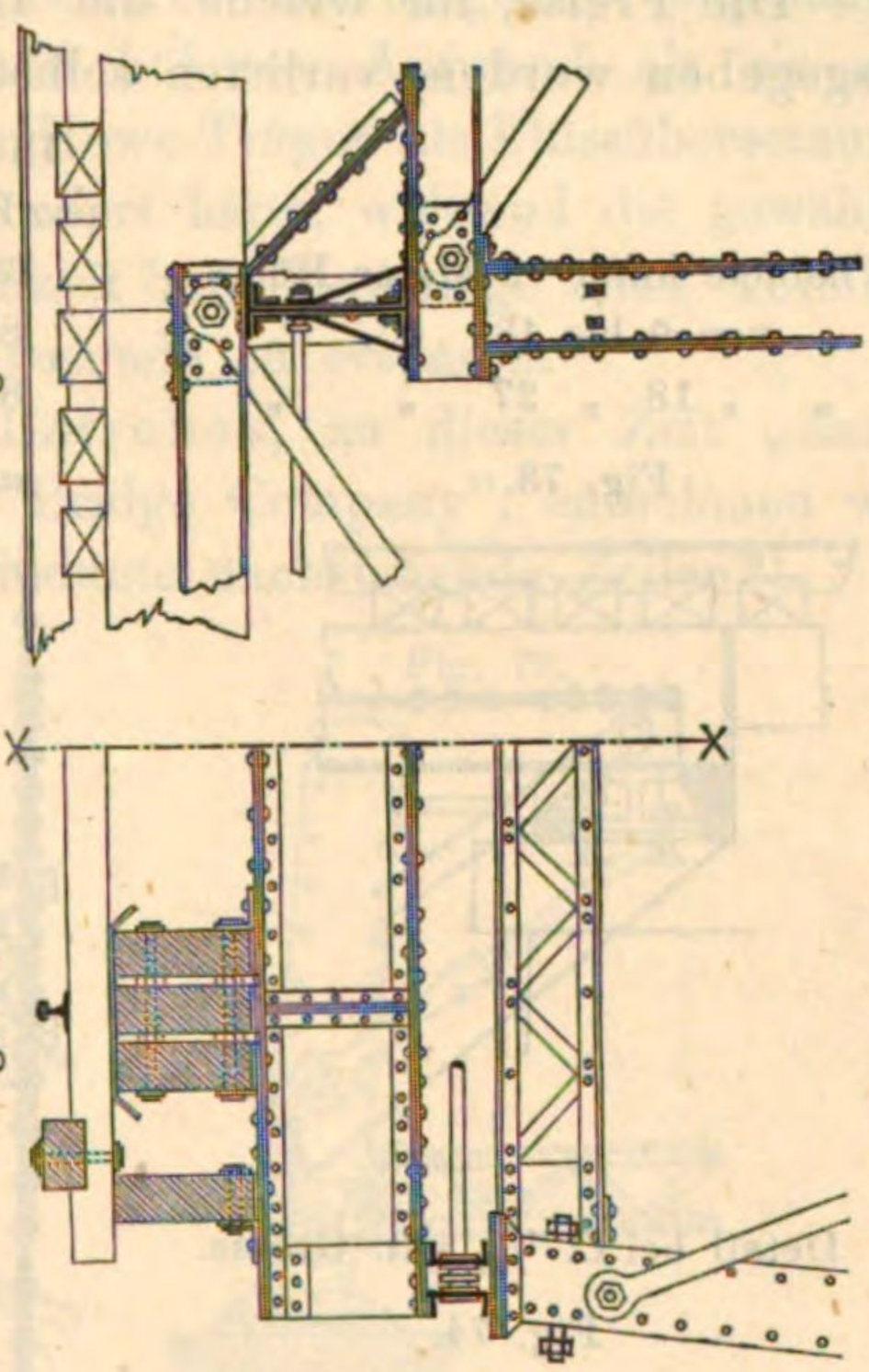


Fig. 72. Detail bei *B*.

Fig. 71. Querschnitt von Fig. 70. $^1/_{50}$ nat. Grösse.

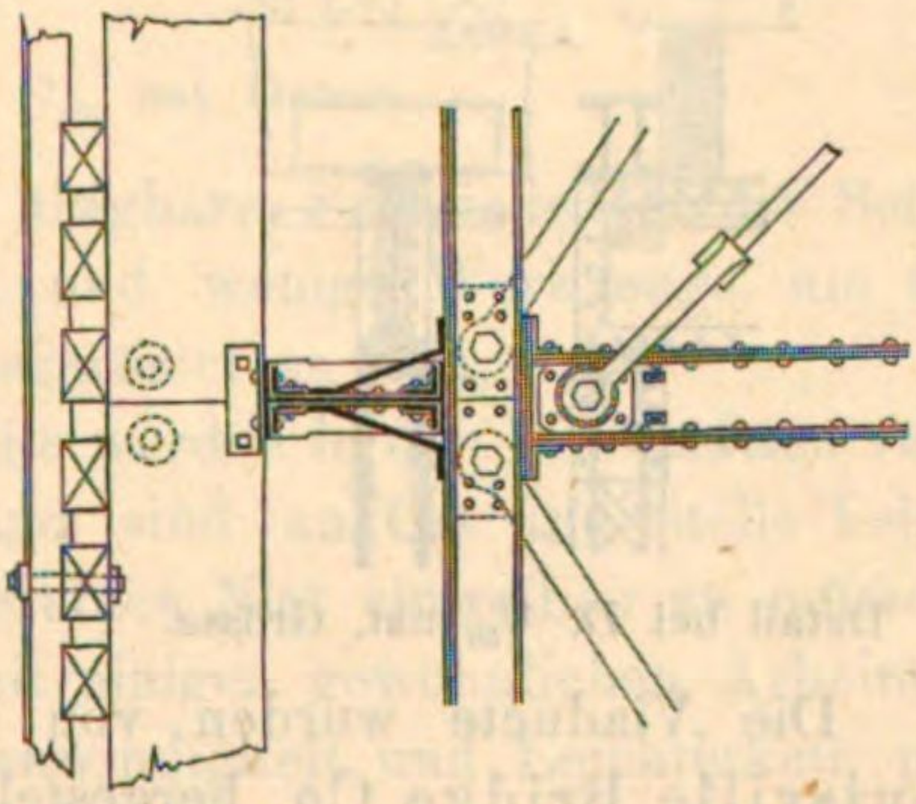


Fig. 70. Detail bei *A*.

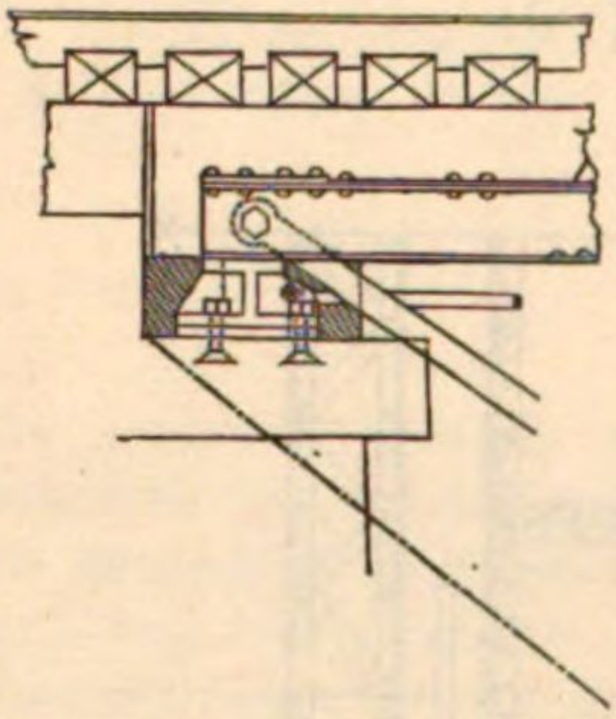
Die 9·1 Meter langen Einzelträger bestehen gleich den Säulen aus][-Eisen, welche unter einander durch ein flaches Gitterwerk verbunden sind und in der Mitte durch eine ebenso gebildete Säule von 10 Fuss (3·05 Meter) unterstützt werden, die mittelst Zuggliedern an den Enden der Träger aufgehangen ist. Die hölzernen Längsträger stossen an den Trägerenden (siehe Fig. 69) stumpf zusammen. Die Bolzenlöcher für die Verbindungsschrauben sind erweitert, um den bei Temperatur-Aenderungen entstehenden ungleichen Ausdehnungen für Holz und

Eisen nicht hindernd entgegenzutreten. Die genannte Bahn weist nicht weniger als 4·7 Kilometer Länge derartiger eiserner Trestles auf, worunter sich mehrere bis zu 46 Meter Höhe befinden.

Die Preise, für welche die Herstellung dieser Bauten hinausgegeben wurden, variirten selbstverständlich mit der Baustelle.

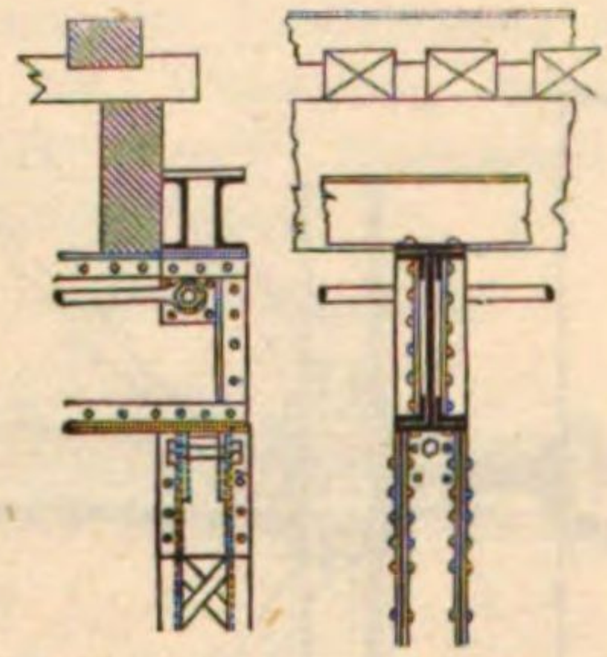
	Die Grenzwerthe betrugen in Dollars pro Horizontal-Meter	pro Vertical-Meter
Viaducte unter 9 Meter Höhe	69·4 bis 80·3	29·9 bis 37·7
„ von 9 bis 18 „ „	80·3 „ 89·4	31·0 „ 41·0
„ „ 18 „ 27 „ „	80·3 „ 103·8	31·3 „ 42·7

Fig. 73.



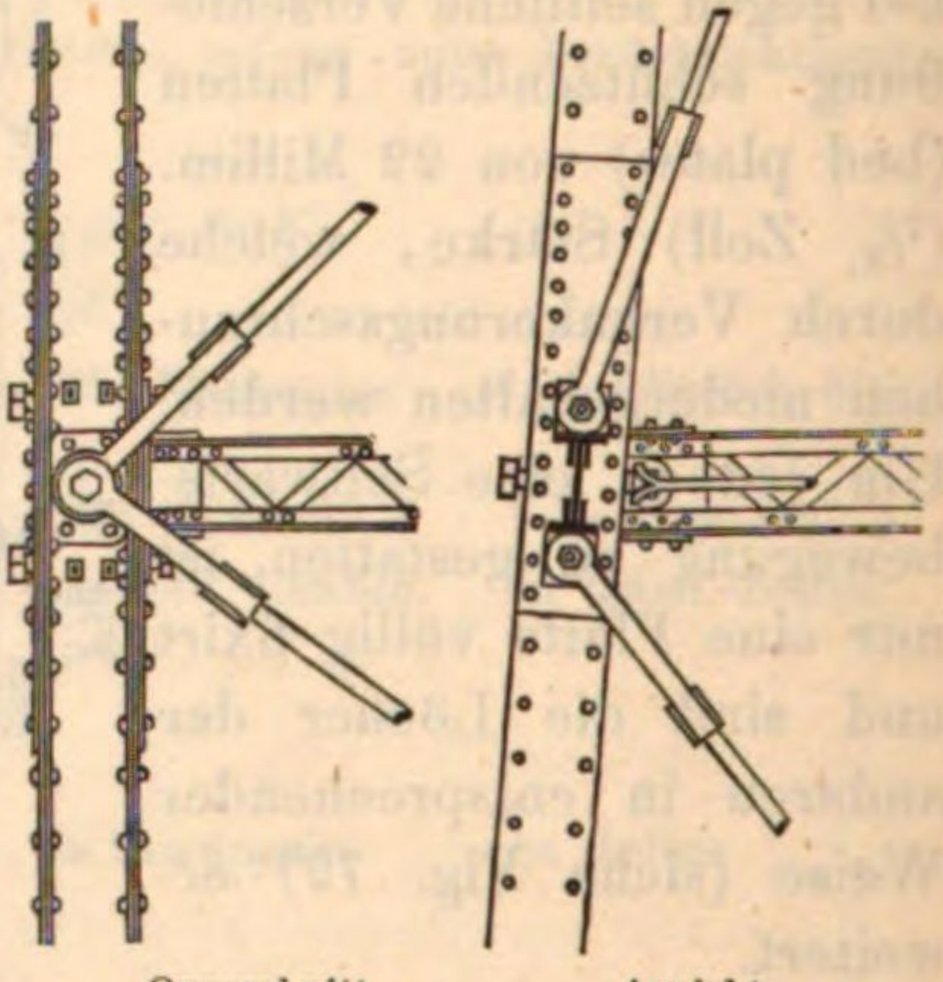
Detail bei *C.* $^1/_{50}$ nat. Grösse.

Fig. 74.



Detail bei *D.* $^1/_{50}$ nat. Grösse.

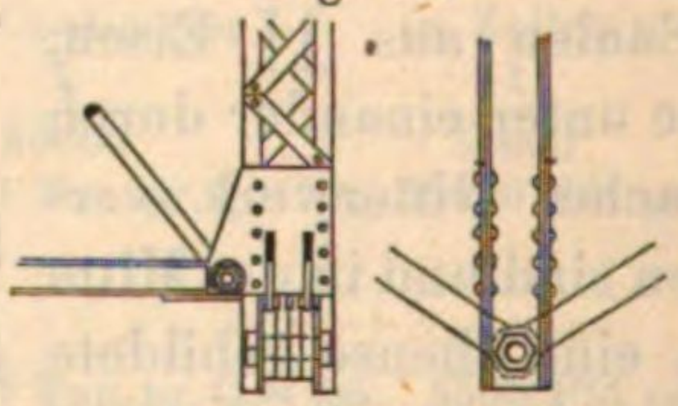
a. Fig. 76. *b.*



Querschnitt. Ansicht.

Detail bei *H.* $^1/_{50}$ nat. Grösse.

Fig. 75.



Querschnitt. Ansicht.

Detail bei *E.* $^1/_{50}$ nat. Grösse.

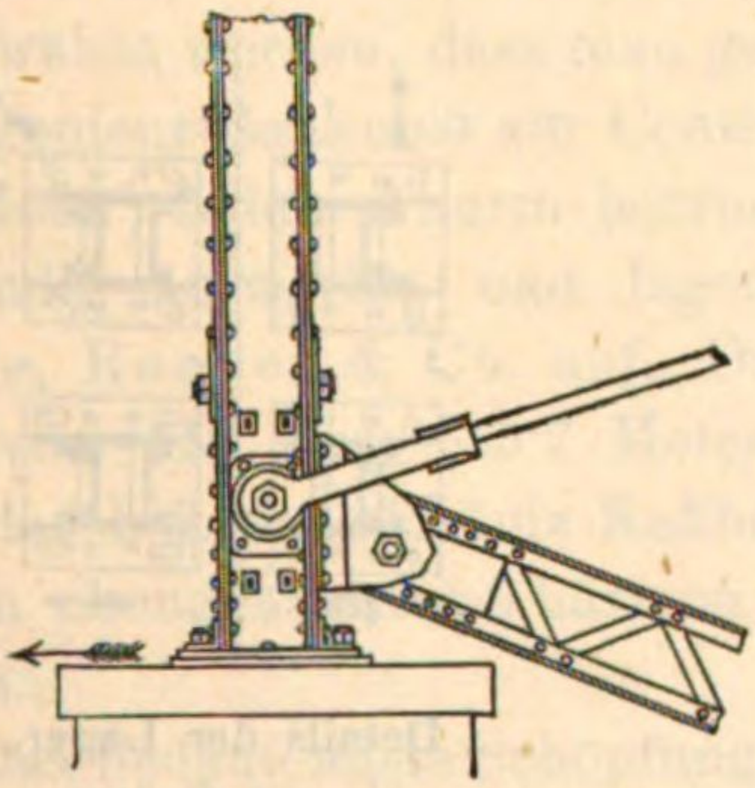
Die Viaducte wurden von der Keystone, American & Louisville Bridge Co. hergestellt.

Wie vortheilhaft die Anlage derartiger Viaducte sich oft erweist, mag aus dem Beispiele des 1870 erbauten, 250 Meter langen Viaducts über Lyon Brook der New-York & Oswega Midland Railroad hervorgehen. Dieses Bauwerk, eines der älteren seiner

Art, besteht aus 24 kleinen Spannweiten von 9·1 Meter und einer Spannweite von 30·5 Meter, mittelst welcher in einer Höhe von 47 Meter über dem Wasserspiegel die Thalsohle übersetzt ist. Die aus Holz und Schmiedeisen (letzteres überwiegend) hergestellte Construction verursachte keinen höheren Aufwand als sie ein gewöhnlicher Damm mit einem Howe-Träger als Flussübersetzung von viel geringerer Höhe erfordert hätte, während die gewählte Uebersetzungsstelle die Möglichkeit bot, die Anlage eines Tunnels zu vermeiden und hiedurch Tausende zu ersparen.

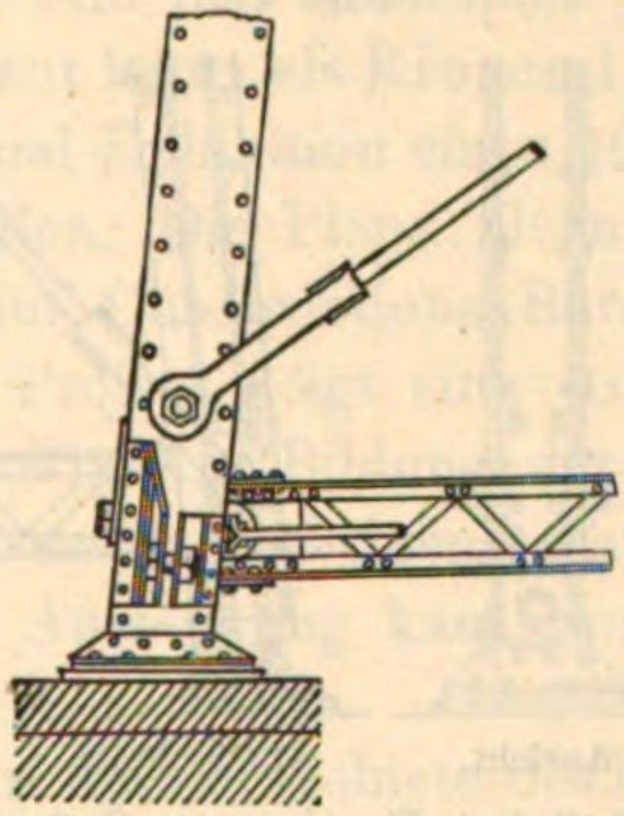
Einem Aufsatze C. H. Latrobe's, zu dieser Zeit „Associate Engineer der Baltimore Bridge Company", entnehmen wir über die Aufstellung dieser Viaducte nachstehende Zeilen*).

Fig. 77.



Querschnitt.

Fig. 78.



Ansicht.

Detail bei *G*. $^1/_{50}$ nat. Grösse.

„Im Felde genügen eine tragbare Schmiede, einige Seile, Blocks, zwei ordinäre Winden und wenige Werkzeuge, um für die Aufstellung hinreichend ausgerüstet zu sein."

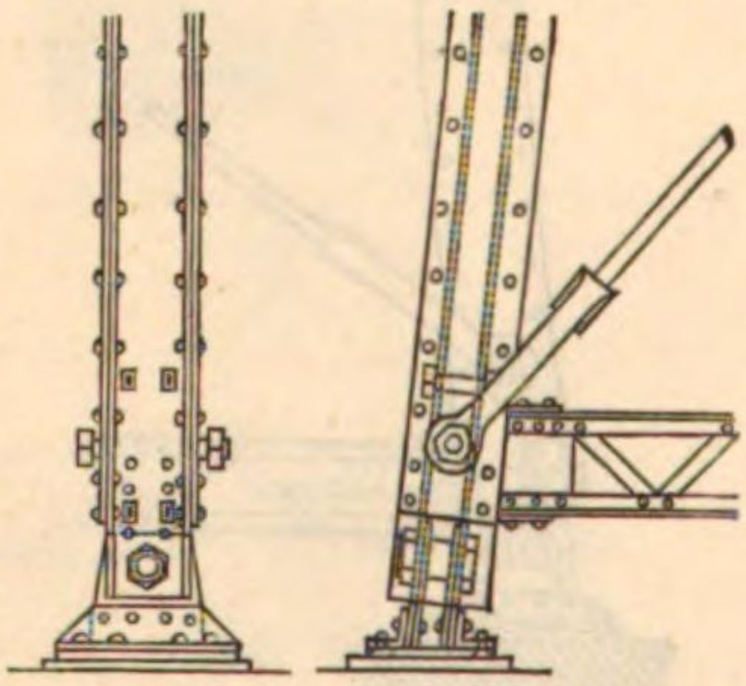
„Die einzelnen Bestandtheile werden in den Werkstätten vollkommen zusammengerichtet und sind an Ort und Stelle lediglich aneinander zu fügen, ohne einen Niet eintreiben zu müssen. Ein intelligenter Vorarbeiter mit einigen gewöhnlichen Arbeitern reicht hiezu aus. Um die Geschwindigkeit und Leichtigkeit, mit der solche Bauten errichtet werden können, zu zeigen, hat oben-

*) Siehe „Addenda to Comparative Analysis of the Fink, Murphy, Bollmann and Triangular Trusses" by C. Shaler Smith C. E. — J. W. Woods Baltimore 1870, S. 52.

genannte Company 152 laufende Meter Viaduct von 18 Meter Höhe in zehn Arbeitsstunden mit 28 Mann hergestellt." (?)

Unter den Ausstellungsobjecten dieser Kategorie ist namentlich ein von Clarke, Reeves & Co. exponirtes Modell eines derartigen Viaductes zu erwähnen, welcher sich im Wesen von dem hier mitgetheilten Typus nicht unterschied, wenn wir etwa den Umstand ausnehmen, dass daselbst der Seitenverband alle verticalen Felder der Ansichtsfläche umfasste. Vielfach finden wir die Joche nicht auf Steinsockeln ruhend, sondern einfach in die Erde geschraubt, eine Anordnung, die wir bei den Fundirungsarbeiten noch ausführlicher beschreiben.

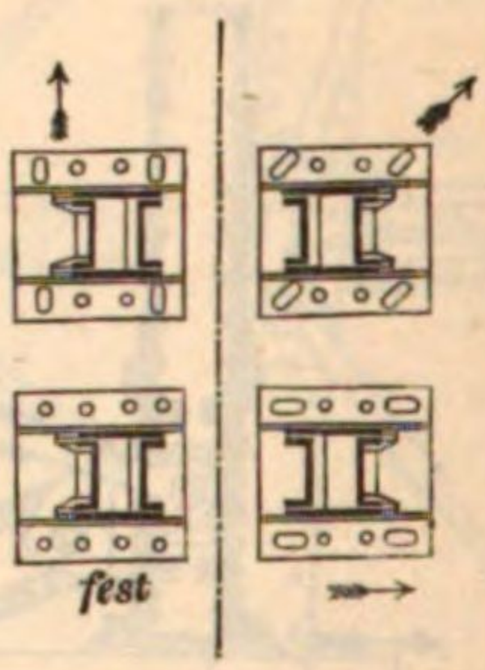
Fig. 79.



Ansicht. Querschnitt.

Detail bei *F.* $^1/_{50}$ nat. Grösse.

Fig. 80.



Details der Lager.
$^1/_{50}$ nat. Grösse.

Im Gegensatze zu den hölzernen Bauten dieser Art sind die eisernen Trestle works vielfach als Definitiv-Bauten in Ausführung gebracht worden, hie und da aber auch für Provisorien längerer Dauer. In letzterer Hinsicht haben sie namentlich als Anschlüsse für grössere Strombrücken Verwendung gefunden, insbesonders wurden sie bei „High Bridges" — Brücken, die so hoch über dem Wasserspiegel angelegt sind, dass unter ihnen Dampfschiffe verkehren können — zur Bildung der Anfahrtsrampen benützt.

Ein Beispiel dieser Art zeigt die im Bau begriffene Brücke bei Poughkeepsie, ein weiteres die auf pag. 133 erwähnte Leavenworth-Brücke, ein anderes, sehr charakteristisches die östliche Seite der St. Louis-Brücke.

B. Viaducte mit Einzelpfeilern.

Eine andere als die im Vorhergehenden beschriebene Methode der Thalübersetzung zeigen jene Constructionen, bei welchen die Träger auf eisernen Einzelpfeilern ruhen.

Diese Pfeiler selbst sind als Gitterpfeiler angeordnet, und ist in der Union für ihre Erbauung, Nebenbestandtheile ausgenommen, nur Schmiedeisen zur Verwendung gelangt.

Zwei höchst interessante Ausstellungsobjecte dieser Art, welche die Construction dieser Pfeiler in natura versinnlichten und von den Erbauern auch als Typus für ihre Construction eiserner Brückenpfeiler hingestellt wurden, bildeten die von den Werken zu Phönixville hergestellten zwei Aussichtsthürme von 68 Meter Höhe auf dem Lemons und George Hill in Philadelphia. Es mag hier erwähnt werden, dass man geplant hatte, als Riesendenkmal der Ingenieur-Baukunst zur Centennial-Exhibition einen 1000 Fuss (305 Meter) hohen Thurm herzustellen. Die Pläne hiezu wurden vollständig entworfen und lagen im Constructions-Bureau von Clarke, Reeves & Co. auf. Das Project zeigt eine kreisrunde Basis von 150 Fuss (45·7 Meter). Für die Bildung der Pfosten sollte das bekannte Phönix-Kaliber, welches übrigens thatsächlich bei den obengenannten Thürmen in Anwendung kam, angeordnet werden.

Das bedeutendste Schöpfung auf diesem Gebiete des Brückenbaues zeigt der Varugas-Viaduct in Peru, welcher von der Baltimore Bridge Co. aufgestellt wurde; da jedoch dieses Bauwerk bereits in einer österreichischen Zeitschrift eingehende Würdigung gefunden, soll hier nicht weiter davon die Rede sein*).

Ein kleineres, aber immerhin ganz interessantes Object ist der von der Watson Manufacturing Co. ausgeführte Rosendale-Viaduct, dessen wir bereits früher erwähnt. Er führt die Wallkil Valley Railway im Staate New-York mittelst 7 Spannweiten in einer Länge von 267 Meter über den Fluss und ruht in einer Höhe von 64·3 Meter über dem Wasserspiegel auf 6 schmiedeisernen Pfeilern. Diese selbst sind aus vier Hauptständern von ⌶-förmigem Querschnitt gebildet, welche in der Ebene senkrecht zur

*) Siehe: „Der Varugas-Viaduct" v. E. Pontzen, „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines" 1875, 14. Heft.

Bahnaxe nur eine ganz geringe Anlage besitzen, dagegen durch zwei schräge gestellte, rechts und links angeordnete schwächere Streben gegen das Auftreten seitlicher Kräfte genügenden Widerstand erhalten. Der Querverband ist ein fachwerkartiger, mit adjustirbaren diagonalen und horizontalen Querstreben, die in eigenthümlicher Weise aus Flacheisen geformt sind, welche durch Stehbolzen auseinander gehalten werden.

Der Kentucky-Viaduct der Cincinnati Southern Railway, das grösste Bauwerk seiner Art in den Vereinigten Staaten, welches in Bezug auf die Höhe seiner Pfeiler wohl nur von dem Varugas-Viaducte übertroffen wird, bietet nach vielen Richtungen hin so viel des Interessanten, dass ein näheres Eingehen auf dieses Bauwerk gerechtfertigt erscheinen wird.

Der Kentucky River fliesst an dieser Stelle in einer 300 bis 400 Meter breiten, 90 bis 140 Meter tiefen Schlucht zwischen steilen Kalksteinwänden dahin. Die Hochwässer steigen bis zu 17 Meter über den Nullwasserspiegel. Die während des Baues beobachtete Maximalgeschwindigkeit des Flusses betrug 3·5 Meter in der Secunde. Dampfboote verkehren stromauf- und abwärts. Der Holztransport ist ein lebhafter und während der Saison passiren bis 20 Flösse stündlich die Ueberbrückungsstelle.

Da der Fluss daselbst eine scharfe Krümmung macht, war die Anbringung eines Pfeilers an der einen Seite des Stromstriches wegen unthunlich; an der anderen Seite sind die Ufer bis 17 Meter Tiefe quellenreich, schlammig und gestalteten die Frage der Fundirung sowohl vom Standpunkte der Sicherheit als der Kosten zu einer wenig empfehlenswerthen.

Es handelte sich also darum, die Anzahl der Pfeiler auf ein Minimum zu beschränken. An derselben Stelle hatte schon Roebling (Vater) vor 23 Jahren ein Werk begonnen, welches den grossartigsten seiner Schöpfungen sich würdig angereiht hätte, nämlich die Herstellung einer 377 Meter langen Eisenbahnbrücke in einer Höhe von 84 Meter über der Thalsohle.

Die Pfeiler und das Ankermauerwerk waren bereits vollendet, als die finanzielle Katastrophe des Jahres 1856 dem kühnen Vorhaben den Todesstoss versetzte.

Die Bauleitung der Cincinnati Southern Railroad wählte diese Stelle für die Uebersetzung ihrer Linie. Der Unternehmer aber

wusste die vorhandenen Pfeiler für die Montirung des neuen Baues in entsprechender Weise zu benützen, wie wir später anführen wollen. Unter den Projecten, die auf Grund des ausgeschriebenen Concurses eingelangt waren, wurde jenes von Shaler Smith, dem geistvollen Ingenieur der Baltimore Bridge Co., angenommen und der genannten Compagnie die Bauausführung übertragen.

Der Viaduct besitzt zwei eiserne Pfeiler von 52·9 Meter Höhe, welche auf Steinfundamenten von 36·3 × 12·8 Meter Basisfläche und 20 Meter Höhe ruhen.

Ueber die Kronen der beiden Pfeiler und die gemauerten Endwiderlager erstreckt sich ein 342·9 Meter langer Träger.

Die Verhältnisse gestatteten nicht, eigene Gerüste für die Montirung aufzustellen, es musste deshalb der Träger möglichst unabhängig montirt werden.

Ein continuirlicher Balken hätte die Erfüllung dieser Bedingungen ermöglicht. Die früher genannten Gründe, namentlich aber der Umstand, dass die hohen Pfeiler bei Temperaturänderungen Hebungen und Senkungen der Stützen verursachen, die beträchtliche Differenzen in dem Kräftesysteme eines solchen Trägers hervorrufen würden, waren wichtig genug, um eine derartige Anordnung als nicht empfehlenswerth erscheinen zu lassen.

Shaler Smith entschied sich für continuirliche Gelenkträger, ein System, das in Deutschland schon früher von Gerber bei der Donaubrücke zu Vilsofen in Baiern, sowie bei mehreren anderen Bauten mit Erfolg zur Anwendung gekommen war.

Das Princip dieser Trägerform besteht bekanntlich darin, dass man den continuirlich über drei Felder sich erstreckenden Balken an zwei Punkten im Mittelfelde oder in je einem Aussenfelde durchschneidet und an den Stellen Gelenke anbringt. Man erhält im ersteren Falle zwei Träger mit je einem überhängenden Ende, auf denen der Mittelbalken hängt. Im zweiten Falle hat man es mit einem über die beiden Mittelstützen hinausragenden Träger zu thun, auf dessen Enden und den Widerlagern die einfachen Träger der Endfelder sich stützen.

Shaler Smith wählte die letztere Anordnung.

Die Entfernung zwischen den Pfeilern beträgt je 114·3 Meter, mithin die Totallänge 342·9 Meter. Der mittlere Träger springt beiderseits um 22·9 Meter vor.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieser Construction besteht darin, dass Träger und Pfeiler fest miteinander verbunden sind. Für den Entwurf wurde die Annahme gemacht, dass die Pfeiler lediglich bei 60 Grad Fahrenheit (15·5 Grad C.) vertical stehen, bei jeder anderen sich biegen. Hiebei wurde für die Berechnung ferner angenommen, dass bei einer Temperatur von 150 Grad Fahrenheit (65·5 Grad C.) ein Zug mit grosser Geschwindigkeit die Bremsen festklemme und alle Räder schleifen.

Die hienach bestimmten Querschnitte wurden zu den normalen addirt.

Wir haben, um von der Grossartigkeit dieses Bauwerkes einen näherungsweisen Begriff zu geben, auf Texttafel B den Kentucky-Viaduct und gleichzeitig nach demselben Massstabe gezeichnet den Iglawa-Viaduct der österreichischen Staatsbahn, der den meisten unserer inländischen Fachgenossen bekannt ist, zur Darstellung gebracht. Hinsichtlich der Montirung ist zu bemerken, dass dieselbe am 16. October 1876 begonnen, am 20. Februar 1877 vollendet wurde, innerhalb welcher Zeit die Arbeiter mehrfach mit Schnee und Eis zu kämpfen hatten. Die Anzahl der hiebei beschäftigten Leute betrug im Durchschnitt 53 Mann pro Tag. Die Arbeit selbst wurde ohne eigentliches Gerüste durchgeführt und hiebei von den Land-Enden aus begonnen, wobei der Obergurt mit den Pfeilern der früher in Aussicht genommenen unvollendeten Drahtseilbrücke verankert wurde, während der Untergurt sich gegen das Mauerwerk stemmte. Auf diese Weise wurde der Träger successive vorgebaut. Ungefähr in der Mitte der äusseren Felder wurden hölzerne Thürme errichtet, welche Winden trugen, durch deren Anwendung den Trägern die richtige Höhenlage gegeben und zum Theile auch die Verankerung entlastet werden konnte. Der wichtigste und schwierigste Punkt war, den richtigen Winkel einzuhalten, welchen man den Stäben an der Aussenstelle zu geben hatte, um die Spitze des unterstützenden Holzthurmes in der richtigen Höhe zu erreichen, sowie die genaue Ermittlung und Durchführung der Höhenlage dieses provisorischen Stützpunktes selbst, um mit Rücksicht auf die Durchbiegung des von hier aus weiter freischwebend vorgebauten Theiles die permanente Unterstützung am eisernen Pfeiler in exacter Weise zum Anschluss zu bringen.

In Folge niederer Temperatur wurde das Lager an der Pfeilerkrone nicht in der beabsichtigten Distanz erreicht, umsomehr als durch die Einwirkung des Eigengewichtes der Untergurt eine Verkürzung erlitt.

Um die richtige Lage zu erhalten, wurde der ganze Pfeiler etwas gegen die Widerlager geschoben, was durch die unten angebrachten Rollenlager erleichtert wurde. Von hier aus wurde nun beiderseits der Träger freischwebend gegen die Mitte vorgebaut. Hiebei kamen in der Mitte die Theile nicht ganz zum Schluss, sondern es ergab sich ein Zwischenraum, der an den vier Vereinigungspunkten der Gurte nicht überall derselbe war, sondern innerhalb der Grenzen von 2 bis 5 Zoll (51 bis 127 Millimeter) differirte. Durch Bewegen der Pfeiler, Vorschieben des Untergurtes an den Ankerstellen durch Schrauben und Abwarten günstigerer Temperatur wurde innerhalb 24 Stunden an allen vier Stellen die Vereinigung anstandslos bewirkt.

Wir haben schon auf Seite 28 dieses Berichtes erwähnt, dass es unmöglich war, allen Theilen den gleichen Elasticitätsmodul zu geben. Nach der An-

sicht am Baue Betheiligter dürften die beobachteten Differenzen hauptsächlich diesem Umstande zuzuschreiben sein.

Die Schlussaufgabe bestand darin, den Obergurt an der früher bestimmten Stelle so zu trennen, dass daselbst eine gelenkförmige Bewegung möglich ist. Zu diesem Zwecke wurden einfach die früher eingezogenen Stäbe, die den Gurt während der Montirung continuirlich machten, ausgeschlagen. Hiebei war die grösste Bewegung, welche am betreffenden Querschnitte beobachtet wurde, $^5/_{16}$ Zoll (8 Millimeter).

Wir stellen im Nachstehenden die Hauptdaten dieses höchst beachtenswerthen Bauwerkes zusammen:

Dimensionen:	Fuss engl.	Meter
Länge zwischen den Widerlagern	1138·0	346·9
Länge eines Feldes	375·0	114·3
Länge der Aussenfelder bis zur Charnierverbindung	300·0	91·4
Länge der überragenden Enden des Mittelfeldes	57·0	22·9
Höhe des Trägers von Mitte zu Mitte der Gurtungen	37·5	11·4
Trägerabstand von Mitte zu Mitte	18·0	5·5
Die Brücke ist eingeleisig.		
Höhe der Schienen über dem Nullwasser	275·5	84·0
Höhe der eisernen Pfeiler von der Oberfläche des Mauerwerkes bis zur Mitte des Auflagebolzens für die Träger	173·5	52·9
Höhe des Steinpfeilers I	66·0	20·0
Höhe des Steinpfeilers II	65·5	20·2
Steinpfeiler an der Basis	120×42	36·5×12·8
Dimensionen des eisernen Pfeilers in der Höhe der Steinpfeileroberfläche:		
Längsansicht der Brücke	28·0	8·5
Seitenansicht der Brücke	71·5	21·8
Dimensionen des eisernen Pfeilers in der Höhe des Auflagebolzens:		
Längsansicht der Brücke	2·5	0·76
Seitenansicht der Brücke	18·0	5·5
Die Gewichte betragen:	Pfund engl.	Tonnen à 1000 Kil.
Totales Eigengewicht des eingeleisigen Trägers	2,855.400	1295·0
Gewicht pro laufenden Meter	—	3·78
Gewicht der Endspannweiten von 91·4 Meter	1,433.100	650·0
Der überragenden Enden des Mittelträgers 22·9 Meter	460.100	208·6
Der mittleren Oeffnung 114·3 Meter lang	962.200	436·4

Gewicht pro Quadratmeter verbaute Fläche circa 70 Kilogramm.

Bei der Berechnung wurde auf Grund der Specification der Cincinnati Southern Railway vorgegangen, die im Anhange veröffentlicht ist.

Die Kosten für die Gesammtherstellungen inclusive Mauerwerk, Fundirung, Montirung beliefen sich auf 377.500 Dollars.

Wir lassen im Anschluss eine tabellarische Uebersicht des Eisengewichtes der Pfeiler des Kentucky River-Viaducts folgen, die wir der gütigen Mittheilung des Herrn C. L. Strobel verdanken:

Tabellarische Uebersicht des Eisengewichts der Pfeiler des Kentucky River-Viaducts der Cincinnati Southern Railway.

Bestandtheile		Gewicht für beide Pfeiler	
		Kilogr.	Summe
Pfosten	Hauptpfosten (4 Stück pro Pfeiler) .	195440	
	Entlastungspfosten der Querstreben .	7239	202679
Gedrückte Streben	Querstreben	51114	
	Längsstreben zwischen den Hauptpfosten	15470	
	Längsstreben zwischen den Entlastungspfosten	4148	
	Gitterstäbe (im obersten Längenfeld) .	1881	72613
Zugstangen	Zugstangen der Quere	20332	
	Zugstangen der Länge	8096	
	Horizontale Zugstangen zwischen den Feldern	2095	30523
Verankerung	Bolzen und Streben	4682	4682
„Pins"	Normale „Pins"	7612	
	„Rocker Pins" des Pfeilerkopfes (12^{mm})	2141	9753
Bolzen	Bolzen	2316	2316
Auflager der Träger auf den eisernen Pfeilern	Pfeilerköpfe (schwere verbolzte Platten)	8094	
	Untersatzplatten der Träger („Rocker Blocks")	5244	13348
Rollenlager	Unteres Rollenlager unter den Pfosten	4870	
	Oberes Rollenlager unter den Pfosten	3451	
	Zwischenlagsplatten	3502	11823
Guss	Pfostenfüsse	5280	
	Unterlagsplatten	9356	14636

Summe Gusseisen = 14636 Kilogramm
Summe Schmiedeisen = 347737 „
Gesammteisengewicht der beiden Pfeiler = 362373 Kilogramm
(Der Berechnung zu Grunde gelegt 800.000 Pfund.)

Die officielle Probe wurde am 20. April 1877 vorgenommen und zu diesem Ende ein beladener Zug mit vier Maschinen in der Mitte aufgebracht, was einer gleichförmig vertheilten idealen Belastung von circa 3 Tonnen für den laufenden Meter entspricht. Hiebei ergab sich:

	Millimeter
Beide Endfelder belastet:	
Grösste Durchbiegung der 300 Fuss (91 Meter) langen einfachen Träger	38·6
Grösste Durchbiegung am Gelenk	49·4
Depression des Pfeilers	9·4
Aufsteigen der Mittelöffnung	97·3
Mittelfeld belastet:	
Grösste Durchbiegung des Mittelfeldes	88·9
Aufsteigen der Gelenkpunkte	40·1

Die grösste Bewegung am Untergurt, wo die Gurte in einander greifen, betrug $1^1/_2$ Zoll (38 Millimeter).

Um die Längsstabilität zu erproben, wurde eine Maschine, welche 24 mit Eisenbahnschienen beladene Wagen, jeder mit einer Bremse versehen, zog, mit einer Geschwindigkeit von 26 Meilen (48 Kilometer) pro Stunde auf die Brücke geführt. Auf ein gegebenes Signal wurde die Maschine abgekuppelt und jede Bremse festgenommen, hiebei kam der Zug nach 104 Fuss (32 Meter) zum Stillstand und wurde nur eine Seitwärtsbewegung der Pfeiler von $^1/_2$ Zoll (12·7 Millimeter) beobachtet.

Der schöne Erfolg, den die Anwendung des Gelenkträgers an dem genannten Bauwerke mit sich brachte, gab vielleicht Veranlassung, dass unter den Projecten für eine weitere Brücke über den East River, welche New-York bei Black well Island mit Long Island verbinden soll, ein ähnliches Princip in Vorschlag kam.

Das Bauwerk ist wegen der Thatsache, dass in demselben zwei Spannweiten zu 223·7 Meter und 188·3 Meter in einer Höhe von 40 Meter über beiden Armen dieses belebten Stromes nothwendig werden, von nicht geringem Interesse. Von den aus Anlass der Offertausschreibung eingelieferten Projecten wurde jenes von Ch. Macdonald von der Delaware Bridge Co. von den Preisrichtern O. Chanute, Bernard und Gillmore mit dem 1. Preise zu 1000 Dollars, jenes von Capitän Eads mit dem 2. und jenes von Flad & Co. mit dem 3. Preise bedacht. Der Entwurf von Macdonald nimmt für die grossen Spannweiten eine Art von Gelenkträgern an. Die beiden seitlichen Consolenträger sind je 82·5 Meter lang und an den Uferseiten verankert. Sie sind als Gitterträger mit Fächern von 9·1 Meter Länge construirt und sollen bei der Montirung von den Thürmen aus allmälig vorgestreckt werden.

J. BOGENBRÜCKEN.

Der Umstand, dass Nordamerika nicht reich an Bogenbrücken ist und ihre Construction nur ausnahmsweise angewendet wird, machte es erklärlich, dass die Ausstellung nur wenig hierauf Bezugnehmendes bot.

Unter den Brücken Philadelphias selbst ist hier zunächst die Chestnut-Brücke zu nennen, welche die gleichnamige Strasse über den Schuylkill führt. Sie ist eine gusseiserne Bogenbrücke mit festen Enden, besitzt zwei Oeffnungen à 61 Meter, von denen jede mit sechs Bogen überspannt ist. Der Gurtquerschnitt ist I-förmig, die architektonische Ausstattung ist eine würdige, ziemlich reiche, das Bauwerk selbst repräsentirt eine der schönsten Brücken der Stadt.

Im Hauptausstellungsgebäude fand der Besucher die Details der Illinois- und St. Louis-Brücke, welche von der Keystone Bridge Co. zur Exposition gebracht worden waren. Dies, sowie der Umstand, dass das genannte Bauwerk in der That eine der grossartigsten Leistungen auf dem zu betrachtenden Gebiete repräsentirt*), mag ein weiteres Eingehen rechtfertigen, wenn uns auch andererseits die zahlreichen Publicationen, welche in deutschen und österreichischen Journalen, sowie anderen Fachschriften darüber erschienen, Kürze gebieten.

Die Illinois- und St. Louis-Brücke besitzt drei Felder, deren mittleres 158·5 Meter lang ist, während die Endspannweiten je 157 Meter Länge aufweisen. Jedes Feld ist mittelst eines Bogens überspannt, auf welchem durch Vermittlung von steifen Verticalen die Fahrbahn ruht. Letztere trägt zwei Eisenbahngeleise und über denselben eine Fahrstrasse mit Tramways und Trottoirs für Fussgänger.

Die Bogen bestehen aus zwei concentrischen röhrenförmigen Gurten aus Stahl, welche durch ein mit denselben gelenkförmig

---

*) Die Construction des Bogens wird in Bezug auf Grossartigkeit nur von der in jüngster Zeit errichteten Brücke über den Duero bei Oporto in Portugal übertroffen, die einen Bogen von 160 Meter Spannweite aufweist und die Bahn in einer Höhe von 50 Meter über den Wasserspiegel führt. Hinsichtlich einer ausführlichen Beschreibung dieses Bauwerkes sehe man „Revista de obras publicas" 1876, S. 160 bis 165.

verbundenes Netzwerk vereinigt sind. Der Abstand der Gurte ist 3·6 Meter. Die Gurte sind an den Enden eingespannt und bestehen aus einzelnen von Knotenpunkt zu Knotenpunkt sich erstreckenden Tuben, deren Achsen die Sehnen eines Kreisbogens bilden. Jede im Durchschnitte 3·6 Meter lange Tube setzt sich aus sechs gewalzten Stahldauben zusammen, welche von Stahlreifen umschlossen werden. Die Tuben sind durch stählerne zweitheilige Kuppelungen verbunden, durch welche ein starker conischer Stahlbolzen greift, den die Augen der schmiedeisernen Diagonalstreben umfassen und welcher ausserdem an der mit einem Gewinde versehenen Verlängerung die Möglichkeit bietet, die Horizontalen des Querverbandes durch Anschrauben zu befestigen. Die Diagonalen bilden durch Gitterwerk verbundene Flacheisen. Die Knotenverbindung wurde möglichst sorgfältig und wasserdicht hergestellt.

Hinsichtlich näherer Angaben verweisen wir auf die unten angegebene Publication *).

Die Montirung, deren einzelne Phasen durch Photographien zur Darstellung gebracht waren, bot nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. Schon während der Mauerung der Pfeiler wurden die Lagerplatten aufgebracht; da es aber schwer war, schon diesen die ganz richtige Lage zu geben, hatte man besondere Sorgfalt auf die ersten unmittelbar an das Widerlager anstossenden Röhrenstücke zu wenden. An diesen wurde eine Reihe von Beobachtungsgrössen, als: Winkel, Längenänderung etc., während der Montirung gemessen. Die weiteren Bogenstücke baute man successive von den Enden aus vor, indem man gleichzeitig die Horizontal- und Verticalverstrebungen anbrachte.

Um die vorgebauten Enden freischwebend zu erhalten, wurden über den Pfeilern hohe Gerüste errichtet, an welche man die Bogen mittelst radial ausgehender Seile hing.

Diese Kabels erhielten ihre Namen nach den Nummern der Knotenpunkte, an welchen sie befestigt waren, also vom Widerlager aus gerechnet Nr. 3, 6, 9, 12 (Hauptkabel), 15 und 18; doch waren zu keiner Zeit mehr als drei, meist nur zwei solcher Seile gleich-

---

*) Siehe „Zeitschrift des öst. Ing.- u. Architekten-Vereines" 1874, S. 75, mit Abb.

zeitig in Anwendung, indem die ersteren Seile stets entfernt wurden, sobald die letzteren in Action traten.

Das zwölfte oder Hauptkabel wurde mittelst einer hydraulischen Vorrichtung unter dem Hauptthurmgerüste, alle anderen wurden durch Schrauben angezogen. Das Hauptkabel konnte mit Hilfe eines speciellen Mechanismus bei sich ändernder Temperatur adjustirt werden; gleichzeitig mass man seine Inanspruchnahme, während die Anspannung der Nebenkabels durch die Ausdehnung eines Satzes gewöhnlicher Kettenglieder, der mit denselben in Verbindung stand, ermittelt wurde.

Um der Compression Rechnung zu tragen, welche jedes der Röhrenstücke durch den Druck erfährt, waren die einzelnen Stücke entsprechend länger gehalten, die Gesammtverlängerung betrug für eine Bogenhälfte 1·6 Zoll (4 Centimeter).

Während der Montirung zeigte sich der Einfluss ungleicher Erwärmung der Gurte als ein sehr empfindlicher.

Von den Widerlagern ausgehend wurden bis zum eilften Röhrenstücke alle vier Bogen einer Spannweite beiderseits gleichzeitig vorgebaut; von diesem Punkte an wurden nur mehr die beiden mittleren successive verlängert. Es war von grösster Wichtigkeit, die Endpunkte in gleiche Höhe zu bringen. Als mittlere Temperatur, für welche die Dimensionen berechnet waren, hatte man 60 Grad Fahrenheit (15·5 Grad C.) angenommen.

Bis zur Einfügung des Schlussstückes am ersten Bogen angelangt, wurde zunächst das in Folge der zu erwartenden Compression eintretende Plus an Länge der Röhren vollends durch Anspannen der Seile aufgezehrt.

Am 4. September 1873 sollte das Schlussstück selbst eingesetzt werden. Doch waren die beiden Bogenhälften noch nicht in der gleichen Lage, das westliche Ende lag um 17·1 Centimeter zu niedrig, das andere um 8·2 Centimeter zu hoch, während, in der Horizontal-Projection betrachtet, die östliche Hälfte um 1 Zoll (2·5 Centimeter), die westliche um 3 Zoll (7·6 Centimeter) zu weit nördlich standen.

Durch die adjustirbaren Seile wurden diese Unterschiede ausgeglichen, doch blieb für den oberen Gurt noch eine Differenz von 0·3 Zoll (0·8 Centimeter), für den unteren eine solche von 0·5 Zoll (1·3 Centimeter), um das Schlussstück einfügen zu kön-

nen, was man mit Hilfe eines abzuwartenden Temperaturwechsels und durch weiteres Anspannen der Seile zu beseitigen hoffte. Die Entfernung der beiden Bogentheile verringerte sich jedoch während der Regulirung und in Folge der herrschenden höheren Temperatur, so dass am 15. September 57 Millimeter fehlten. Der leitende Ingenieur Col. Flad scheute sich, diese Differenz durch noch stärkeres Anspannen der Seile, die zudem in Folge der steifen Verbindung an den Ankerstellen wenig wirksam blieb, zu beheben, und da er sowohl in der Zeit der Vollendung beschränkt war, als auch zu den vorräthigen adjustirbaren Röhrenstücken nur im äussersten Falle seine Zuflucht nehmen wollte, so beschloss er, die Träger durch Eis zu kühlen.

Die Gurte wurden mit wasserdichtem Zeuge umhüllt und hierauf 10 Tonnen Eis über die Träger vertheilt. Während 36 Stunden brachten 50 Arbeiter unausgesetzt Eis auf, ein warmer Wind verhinderte aber theilweise dessen Wirkung, so dass die Differenz nicht mehr unter 16 Millimeter hinabging. Man schritt nun dazu, die mittelst Schrauben auf eine Adjustirung von im Maximum 32 Millimeter eingerichteten Röhrenstücke einzusetzen, die dann auch bei sämmtlichen anderen Trägern verwendet wurden.

Die Montirung des zweiten Bogens ging anstandslos vor sich; mehr Schwierigkeiten machte jene des dritten, doch auch sie konnte, Dank eines plötzlichen günstigen Witterungsumschlages, anstandslos durchgeführt werden. Die Schliessung der äusseren Bogen jeder Spannweite erfolgte nicht mit Hilfe von Seilen, sondern wurde die Aufhängung derselben directe an den bereits errichteten Bogen vorgenommen. Am 18. September 1873 war die letzte Spannweite geschlossen.

Besondere Schwierigkeit verursachte weiters der Umstand, dass die adjustirbaren Schlussstücke nicht in der Absicht hergestellt worden waren, durch ihre Adjustirung gleichzeitig eine Verlängerung des ganzen Gurtes zu bewirken, sondern lediglich eine Längenänderung des Schlussstückes selbst zu gestatten. Es gelang die Drehung auch thatsächlich nur bei günstigen Temperaturen und nach manchem vergeblichen Versuche, eine entsprechende Drehvorrichtung zu finden.

Die bei der Montirung gewonnenen Resultate ermöglichten es, die Auswechslung zweier während der Errichtung beschädigten

Röhrenstücke der mittleren Gurte nachträglich, als die Brücke bereits unter voller Belastung ihres Eigengewichtes stand, vorzunehmen.

Zu diesem Ende wurde die Action des zu reparirenden Gurtes durch Anspannen der Diagonalen des Querverbandes auf die Nachbargurte übertragen und in diesem Zustande die Auswechslung bewirkt (24. bis 26. September 1874).

Eigenthümlich war der Vorgang, der zur Anbringung des Innenanstrichs der Röhren nach vollendeter Montirung in Anwendung kam.

Obwohl die Röhrenstücke und alle anderen Theile der Brücke auf allen Seiten angestrichen wurden, bevor sie die Werkstätten der Keystone Bridge Co. verliessen, so stellte sich doch auch nach der Montirung die Nothwendigkeit heraus, das Innere der Röhren, insbesondere an den Verbindungsstellen, mit einem Anstrich zu versehen. Dies hätte nun bei jedem Röhrenstücke mit fortschreitender Arbeit geschehen können, allein dadurch wäre der Fortschritt in der Montirung sehr beeinflusst worden, umsomehr als dies nicht zur contractlichen Verpflichtung des Unternehmers gehörte. Es wurden verschiedene Auskunftsmittel in Vorschlag gebracht, von welchen man, als die nahe Vollendung der ersten Bogenrippe zu einem Entschlusse drängte, das nachstehend beschriebene Verfahren, als das am sichersten und schnellsten wirkende, zur Ausführung brachte. Ein kleines spindelförmiges Schiffchen von einer solchen Grösse, dass es noch unter den Bolzen im Innern der Röhre hindurch konnte, dessen Wandungen mit feinen Löchern versehen, dessen Boden mit Blei beschwert und das auf Rollen gesetzt war, wurde mit einer Gasröhre in Verbindung gebracht, die aus 3·6 Meter langen Stücken zu einem biegsamen Ganzen zusammengesetzt wurde. Dieser Apparat wurde nun in die Gurte der montirten Bogenhälfte eingebracht und durch die ganze Länge bis zum Kämpfer hinabgeschoben. Der Asphaltfirniss wurde durch eine kräftig wirkende Pumpe eingepresst und trat dann bei dem erwähnten Schiffchen, das langsam zurückgezogen wurde, als feiner Sprühregen aus. Die überflüssige Farbe sammelte sich am Kämpfer an. Als sich dieses Schiffchen als zu schwach erwies und zerbrach, wurde es durch eine einfache Gasröhre, die am Ende geschlossen und am Umfange mit feinen Löchern versehen war, ersetzt, was sich als vollkommen genügend herausstellte. Die Methode war wohl in Bezug auf die Farbe eine etwas verschwenderische, allein die Ansammlung der Farbe an den Kämpfern hatte sein Gutes, da gerade diese Theile dem Einflusse des Wassers etc. stärker ausgesetzt sind.

Die keineswegs ganz günstigen Erfahrungen, welche man bei der Montirung der St. Louis-Brücke gemacht, haben in den Vereinigten Staaten zu lebhaften Debatten Veranlassung gegeben, die durch Eads, den Erbauer der Brücke, angeregt wurden.

In einem Vortrage, welchen der genannte Ingenieur in der Society of Civil Engineers hielt, stellte er vorerst den von den meisten Fachgenossen lebhaft bekämpften Satz auf, dass der Bogen in Bezug auf die Materialmenge die günstigste Trägerform repräsentire, welche selbst der Kette vorzuziehen sei, empfahl aber für die Durchführung die Anwendung dreier Gelenke, wodurch der Nachtheil des Temperatureinflusses vermieden wird und das ganze System selbst statisch bestimmt erscheint.

Der Verfasser pflichtet letzterem Ausspruche unbedingt bei, da bei eingespannten Bögen die durch die Wärme entstehende Beanspruchung ganz bedeutende Grössen, ja bei kleinem Stichverhältniss bis zu 0·4 der Festigkeitsgrenze geben kann*). Dass übrigens dieses Constructionsprincip auch drüben bereits Anwendung gefunden, beweist wohl eine Bogenbrücke mit drei Gelenken, die der Autor in Philadelphia zu besichtigen Gelegenheit hatte.

Sie besteht aus 12 Trägern von circa 21 Meter Spannweite, von denen jeder einen geraden][-förmigen Obergurt aus Schmiedeisen und einen gekrümmten Untergurt besitzt. Dieselben sind durch Gitterwerk, einfaches Fachwerk, verbunden, die Knotenpunkte sind gelenkförmig, die Gitterstäbe erscheinen durch][-Eisen gebildet, welche durch Flachgitter verbunden sind. Die Lager an den beiden Kämpfern, sowie an dem Scheitelgelenke sind aus Gusseisen hergestellt. Die Brücke wurde 1868 erbaut.

Die von Eads vorgeschlagene Anordnung besteht darin, die Gurte nicht parallel anzunehmen, sondern zur Erzielung grösserer Steifigkeit in den Bogenrippen den Untergurt in der Weise concav zu krümmen, dass die Gurte am Kämpfer, sowie am Scheitel zusammenlaufen, wodurch sich in der Mitte der halben Spannweiten der grösste Abstand ergibt. Der genannte Ingenieur berechnet das Gewicht einer so construirten Brücke, deren Obergurt aus Stahl besteht und die im Stande ist, auf eine Spannweite von 150 Meter eine zufällige Last von 3·7 Tonnen für den laufenden Meter bei einer Maximalbeanspruchung von 1·4 Tonnen für Stahl und 0·7 Tonnen für Schmiedeisen zu tragen, auf 2·23 Tonnen für den laufenden Meter. Um bei Aneinander-

---

*) Siehe Winkler's „Lehre von der Elasticität und Festigkeit", S. 369.

reihung von mehreren gleichgrossen Spannweiten auch an Mauerwerk zu ersparen, legt Eads die Bogen über die Bahn und verbindet sie über den Mittelpfeilern durch einen gemeinschaftlichen Lagerkörper, so dass bei unbelasteter Brücke die Schübe sich gegenseitig aufheben und die Pfeiler nur einen verticalen Druck erleiden, ein Princip, welches ebenfalls schon früher anderwärts zur Anwendung gekommen. Ist aber eine Oeffnung belastet, so wird der daraus resultirende Horizontalschub durch ein Band aufgenommen, welches die beiden Bogen-Enden verbindet.

Aus den zahlreichen Erwiderungen, die der bezogene Artikel von Seite der Fachgenossen fand, möge eine Stelle hier Platz finden, die wir der Entgegnung Macdonald's entnehmen, und die in der That ein bei Bogenbrücken stets zu beachtendes Element bildet, allerdings nur dann, wenn die Oekonomie allein entscheidet; sie lautet:

We as engineers simply too often loose sight in brigde construction of a very important element the cost per pound of the material and the facility for erection, while instead we are considering also an important element the reduction of weight. . . . . .

Those who examine the St. Louis Bridge must be impressed with the great accuracy in workmanship required to fully carry out the theory of the design. . . . . The most expensive material . . . all this increased the cost per pound of the structure and J doubt whether in the construction of another bridge, he will again adopted this design for the purpose of saving a few pound of metal . . . .*) (Ein Beispiel, wo eine Hängebrücke siegte, citirend sagt er weiter): In these case the engineers who bid, did so with reference to cost and without regard to „glory" each in designing his structure endeavored to get the most economical arrangement of parts and length of spans. **)

---

*) Wir Ingenieure verlieren nur zu oft, bei der Construction von Brücken möglichste Gewichtsersparniss anstrebend, ein äusserst wichtiges Element aus dem Auge: die Kosten pro Gewichtseinheit für das Material und seine Montirung.

Wer die St. Louis-Brücke näher prüft, muss über die genaue Arbeitsausführung staunen, welche verlangt werden musste, um die in der Theorie angenommenen Bedingungen zu erfüllen. Das so theuere Material . . . ., alles dies vermehrt den Preis der Constructionseinheiten, und ich zweifle, ob er (Eads) für den Entwurf einer anderen Brücke dieses Princip acceptiren würde, um einige Pfunde Metall zu ersparen . . . . .

**) In diesem Falle bauten die Ingenieure mit Rücksicht auf die Kosten und ohne Beachtung des „Ruhmes", indem jeder seine Construction so entwarf, dass sie hinsichtlich der Anordnung der Theile und der Länge der Spannweite sich als möglichst ökonomisch erwies.

Eine kleinere Bogenbrücke, die immerhin ein recht hübsches Beispiel liefert und die der Verfasser zu besichtigen Gelegenheit hatte, wurde nach dem Projecte des Ingenieurs Pfeiffer über die Forbesstrasse zu Pittsburgh, Penn., 1874 erbaut.

Man gab dieser, eine lichte Oeffnung von 45·7 Meter, eine Totallänge von 76·2 Meter aufweisenden Construction, welche drei Tragbogen von 1·3 Meter Höhe und Flacheisengitter besitzt, aus Schönheitsrücksichten den Vorzug.

Sie wurde von den City Bridge Works erbaut.

Dass man dem ästhetischen Momente dieser Form Rechnung trägt, beweist wohl auch, dass die Keystone Brigde Co. in ihrem Album das System der Bogenträger für Brücken in Parks und in den Avenuen grosser Städte empfiehlt und hiefür eine in Schmiedeisen oder Stahl durchzuführende Construction mit geradem Ober- und gekrümmtem Untergurt mit dazwischenliegendem Fachwerk vorschlägt.

K. HÄNGEWERKE.

Unter jenen Systemen, bei welchen nicht die Tendenz hervortritt, durch zwei getrennte Gurte die im Träger auftretenden Spannungen zu consumiren, sondern durch fortgesetzte Armirung des einfachen Balkens eine höhere Tragfähigkeit desselben zu erzielen, ist namentlich das von Fink, derzeit leitendem Ingenieur der Louisville Bridge Co., erfundene, nach ihm benannte Trägersystem zu nennen, dessen schematische Anordnung aus Fig. 81 und 82 ersichtlich ist.

Hinsichtlich des Materialaufwandes steht dieses System den bei Gitterträgern im engeren Sinne vorkommenden nicht viel nach.

In einem interessanten Vergleich, den Shaler Smith*) zieht, stellen sich beispielsweise bei einer nach gleichen Principien dimensionirten Eisenbahnbrücke von 60·9 Meter (200 Fuss) Spannweite unter Annahme gleicher Einheitspreise die Kosten für den laufenden Meter in Dollars:

---

*) Siehe „Comparative Analysis of the Fink, Murphy, Bollman & Triangular Trusses by Shaler Smith". Baltimore bei J. Woods 1870.

		Bahn unten	Bahn oben
Einfaches Dreieckssystem	(Fig. 65) . .	256	271
„ Fachwerk	(Fig. 52) . .	305	316
System Fink	(Fig. 82) . .	308	316
System Bollmann	(Fig. 83) . .	443	476

Ein grösserer Vortheil als eine etwaige Materialersparniss liegt wohl in der Gleichmässigkeit der Beanspruchungen und Durchbiegungen. Stäbe, bei denen Wechsel der Inanspruchnahme nach entgegengesetztem Sinn auftritt, kommen nicht vor. Die Montirung ist eine einfache. In Folge der congruenten Anordnung

Fig. 81.

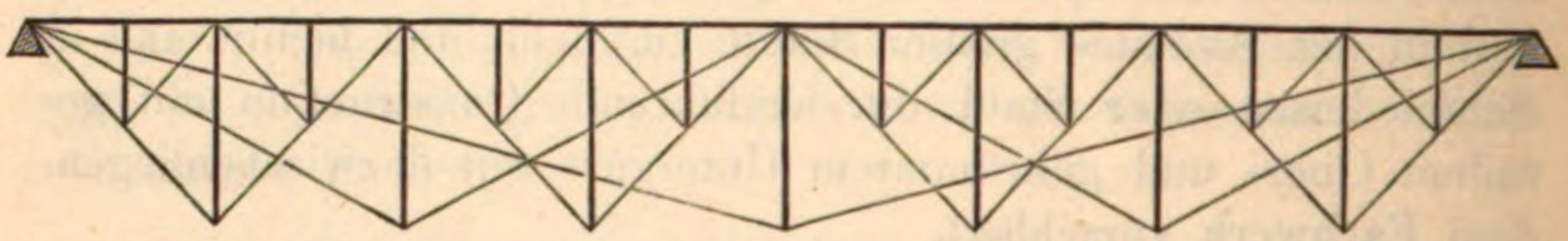


Fig. 82.

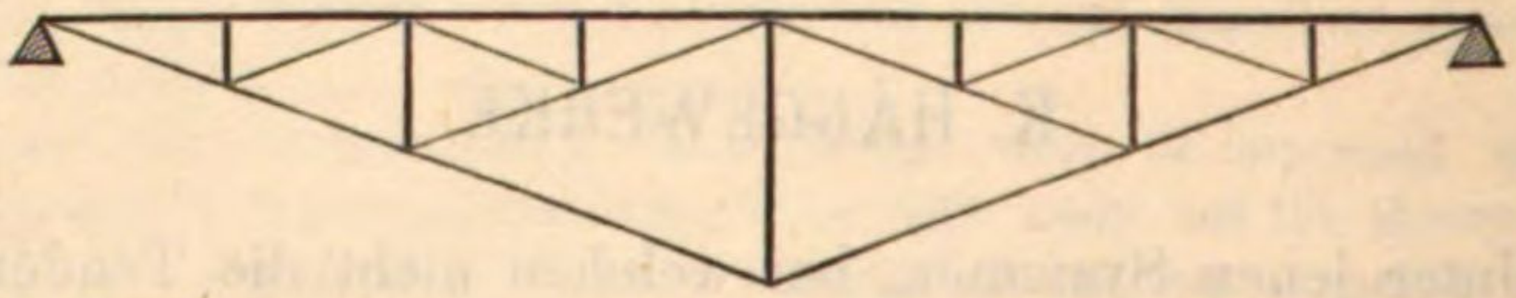
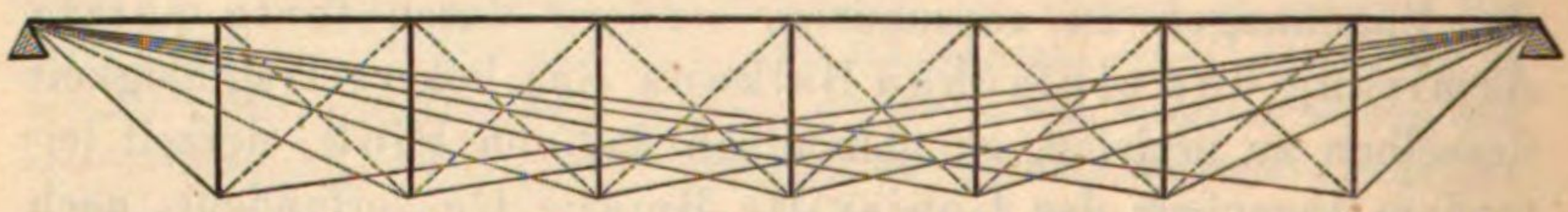


Fig. 83.



Systeme Fink und Bollmann.

der Theile und des Umstandes, dass der durchlaufende Gurt bei durchaus gleicher Maximalspannung einen constanten Querschnitt erhalten kann, mithin aus lauter gleichen Theilen sich zusammensetzen lässt, die man allenfalls auch ohne Gefahr vertauschen kann, wohnt dem Systeme eine Reihe von Eigenschaften inne, die es namentlich bei Bauten für fremde Länder (so z. B. Südamerika), welche von Werken in den Vereinigten Staaten ausgeführt wurden, werthvoll erscheinen liessen.

Grössere Spannweiten dieses Systemes finden wir bei der im vorigen Capitel erwähnten St. Charles-Brücke, bei der Louisville-Brücke über den Ohio etc.

Auch unter den Bauten der Cincinnati Southern Railway sind mehrfach Fink'sche Träger zu finden.

Hauptsächlich ist es die Louisville Bridge Co., welche dieselben erzeugt. Von der Baltimore Bridge Co. werden sie gleichfalls häufig projectirt.

Nach einem ähnlichen Principe ist der sogenannte Boll-mann-Träger gebildet, der in Fig. 83 dargestellt ist.

Obwohl mehrere ältere Brücken, so die Potomac-Brücke bei Harpers Ferry, die Mississippi-Brücken bei Quincy und Clinton hienach construirt sind, bietet er heutzutage wohl nur mehr historisches Interesse, da er einestheils viel Material fordert, an den Auflagerpunkten die Construction in Folge der vielen hier zusammengeführten Zugschliessen eine schwierige wird und anderntheils das ziemlich unverständlich angeordnete Diagonalschema unbestimmbare Spannungen in die Construction bringt.

Nach Gleim sacken die langen Zugbänder der Clinton-Brücke derart, dass sie, obwohl an den Endpfosten durch consolenartige Zwischenstützen getragen, dennoch ganz ausser Thätigkeit sind.

L. SEIL- UND KETTENBRÜCKEN.

Neben den im Vorigen beschriebenen Hängewerken, bei denen der Horizontalschub durch einen eigenen Constructionstheil des Trägers selbst aufgenommen wird, finden wir in den Vereinigten Staaten das System des Hängebrücken, wo der Schub auf das Ankermauerwerk wirkt, bekanntlich vielfach vertreten. Wir gliedern ihre Besprechung je nach der Constructionsart des Tragbandes.

A. Seilbrücken.

Die Ausstellung brachte auf diesem Gebiete eine interessante Collection von Drahtseilen.

John A. Roebling's Sons, Trenton, N. J., hatten nämlich eine Serie Stahl-Cabels exponirt. Die Hauptdimensionen der in ihrem Preiscourant angeführten Sorten lassen wir folgen:

Durchmesser des Kabels		Festigkeitsgrenze		Gewicht für den laufenden	
in Zoll	in Centimeter	in tons à 2000 Lbs.	in Tonnen à 1000 Kilogr.	Fuss in Pfund	Meter in Kilogramm
$2^5/_8$	6·67	200	181·4	15	22·23
$2^1/_2$	6·35	160	145·2	11·3	16·82
$2^3/_8$	6·03	120	108·9	10	14·88
$2^1/_4$	5·71	107	97·1	8·64	12·85
2	5·08	96	87·1	6·5	9·67
$1^7/_8$	4·76	88	79·8	5·8	8·63
$1^3/_4$	4·45	75	68·0	5·6	8·33
$1^5/_8$	4·18	61	55·3	4·35	6·47
$1^1/_2$	3·81	50	45·4	3·7	5·50

Berechnet man hieraus die Inanspruchnahme für den Quadratcentimeter an der Festigkeitsgrenze, so findet man für das erst angeführte Kabel 5·2, für das letzte 4·0 Tonnen. Die Preise werden von Fall zu Fall vereinbart, für Aufzugseile von $6^3/_4$ Zoll (171 Millimeter) Umfang erscheinen für Eisen 1.32, für Stahl 1.64 Dollars für den laufenden Fuss (4·32 beziehungsweise 5.38 Dollars für den laufenden Meter) angeführt, ein Preis, der bei Kabeln von dreimal kleinerem Umfange auf circa $^1/_6$ des obigen reducirt ist.

Unter den in der Ausstellung vertretenen Objecten dieser Firma heben wir namentlich ein aus 5180 Drähten gebildetes, 305 Millimeter im Durchmesser starkes Drahtseil hervor, welches eine Gesammtbelastung von 3824·5 Tonnen beziehungsweise 5·23 Tonnen auf den Quadratcentimeter zuliess.

Das hervorragendste Object aber repräsentirte ein Muster des für die East River Suspension Bridge bestimmten Drahtseiles. Dasselbe besteht aus 6000 galvanisirten Drähten Nr. 7, deren Durchmesser je 4·7 Millimeter beträgt.

Die Tragkraft desselben beläuft sich auf rund 10.000 Tonnen.

Die weiteren Ausführungen bringen uns auf die Beschreibung der genannten Brücke selbst.

Die bereits vielfach beschriebenen ersteren Brücken dieser Art übergehend, bringen wir im Nachstehenden eine interessante Zusammenstellung über die drei grössten Seilbrücken, die wir zum grössten Theile einem Vorträge Schwedler's (siehe „Deutsche Bauzeitung" 1876, Seite 480) entnehmen.

	Niagara-Brücke 1951	Ohio-Brücke 1867	East River-Brücke 1876
1. Längendimensionen.			
Hauptspannweite	250 Meter	322 Meter	486·3 Meter
2 Seitenfelder à	— „	90 „	283·5 „
2 Rampen	— „	— „	296·0 u. 476·2
2. Belastungen.			
Eigengewicht der Fahrbahn pro laufenden Meter	3000 Klgr.	3300 Klgr.	10000 Klgr.
Eigengewicht pro Quadratmeter nutzbare Fläche	235 „	300 „	417 „
Zufällige Belastung pro laufenden Meter	2500 „	1650 „	3300 „
Zufällige Belastung pro Quadratmeter nutzbare Fläche	172 „	150 „	137·5 „
Kabelgewicht pro laufenden Meter	1500 „	1000 „	2826 „
Totale Belastung pro laufenden Meter	7000 „	5950 „	16126 „
3. Beanspruchungs- und Festigkeits-Verhältnisse der Kabel.			
Zahl der Kabel	4	2	4
Zahl der Litzen pro Kabel	49 à 19 Drähte	7 à 370 Drähte	19 à 331 Drht.
Drahtdurchmesser	3·4 Millim.	3·4 Millim.	4·3 Millim.
Gewicht von 1 Meter Draht	0·0850 Klgr.	0·0850 Klgr.	0·1063 Klgr.
Kabeldurchmesser	254 Millim.	313 Millim.	400 Millim.
Gesammtquerschnitt der Drähte	1560 Q.-Cm.	1078 Q.-Cm.	3450 Q.-Cm.
Pfeilhöhe der Hauptspannung	20 bz. 16·25 M.	27 Meter	39 Meter
Neigung der Kabelebenen	$^1/_6$ bez. $^1/_8$	$^1/_7$	$^1/_{20}$
Gesammtspannung der Kabel im tiefsten Punkte	3062·5 Tn.	2874 Tn.	11490 Tn.
Maximalspannung pro Quadratcentim.	1960 Klgrm.	2670 Klgrm.	3330 Klgr.
Spannung vom Eigengewichte pro Quadratcentimeter	1260 „	1950 „	2650 „
Bruchspannung pro Quadratcentimeter	7000 „	7100 „	11250 „
Spannung an der Elasticitätsgrenze pro Quadratcentimeter	3500 (?) „	3500 (?) „	5280 „
Sicherheitsgrad gegen Bruch	3·57	2·66	3·38
4. Ankerketten.			
Gesammtquerschnitt	600 Q.-Cm.	1177 Q.-Cm.	1681 Q.-Cm.
Maximalspannung pro Quadratcentim.	1300 Klgrm.	1210 Klgrm.	1700 Klgrm.
Bruchspannung	3500 „	3500 „	5600 „
Sicherheitsgrad	2·69	2·89	3·29
5. Diagonaltaue.			
Zahl an jedem Ende der Hauptöffnung	8	19	24
Länge des von den Diagonaltauen unmittelbar getragenen Theiles der Fahrbahn	50 Meter	69 Meter	100 Meter

Das weitaus bedeutendste Bauwerk ist unstreitig die East River Brücke zwischen New-York und Brooklyn.

Legt uns auch einerseits der Umstand, dass dieselbe bereits wiederholt Gegenstand der Beschreibung in in- und ausländischen Fachjournalen war, Kürze auf, so gebietet doch andererseits die Grossartigkeit des Bauwerkes, in einer Publication über die Brückenbauten der Vereinigten Staaten darauf zurückzukommen.

Die Brücke ist eine Drahtseilhängebrücke mit drei Oeffnungen. Sie wird zwei äussere Fahrbahnen für Strassenfuhrwerke und Pferdebahnbetrieb von je 5·33 Meter Breite, zwei schmalspurige Schienenwege für Locomotivbetrieb von je 3·96 Meter lichter Weite und in der Mitte einen erhöhten Fussweg von 4·51 Meter tragen.

Die Gesammtbreite zwischen den äussersten Geländern beläuft sich auf 25·91 Meter.

Wir lassen im Weiteren die Hauptdimensionen dieses Bauwerkes folgen:

Spannweite zwischen den Landpfeilern 486·9 Meter.

Spannweite zwischen den Pfeilern und Ankermauern 283·7 Meter.

Auffahrtsrampe auf der New-Yorker Seite 476·6 Meter bei 32·5% Steigung, auf der Brooklyner Seite 296·2 Meter bei 32·5% Steigung.

Die Fahrbahn liegt in der Mitte 41·2, an den Pfeilern 36·6 Meter über Hochwasser, Pfeilerhöhe ist 82·7 Meter über Hochwasser, 46·3 Meter über der Fahrbahn.

Die Fundirung des New-Yorker Pfeilers reicht 23·8 Meter unter den Hochwasserspiegel, jene des Brooklyner nur 13·7 Meter. Die Stärke der Pfeiler beträgt in der Hochwasserlinie 18 × 42·7 Meter. Die Mauerpfeiler für die Verankerungen sind 27·13 Meter hoch und unten 39·3 × 36·3 Meter, oben 35·7 × 31·7 Meter stark.

Jedes der vier Drahtseile besteht aus 19 Bündeln.

Die Specification schreibt vor, dass der Draht aus Stahl hergestellt, gehärtet, temperirt und schliesslich verzinkt sein muss, dass sein Durchmesser 4·31 Millimeter (Nr. 8 voll Birmingham-Lehre) besitzen und eine Länge des unverzinkten Eisens von 4·267 Meter (14 Fuss) Länge genau ein Pfund (0·4536 Kilogramm) wiegen müsse, was einem Gewichte von 0·106 Kilogramm für

den laufenden Meter entspricht. Die Zerreissfestigkeit des Einzeldrahtes darf nicht weniger als 1542 Kilogramm betragen, eine Grösse, welche einer Inanspruchnahme von 7·45 Tonnen für den Quadratcentimeter analog ist; die Beanspruchung an der Elasticitätsgrenze darf nicht weniger als 0·47 von jener an der Bruchgrenze ausmachen. Bei dieser Elasticitätsgrenze darf der Elasticitätsmodul nicht weniger als 1898 Tonnen, bezogen auf den Quadratcentimeter, und nicht mehr als 2038 Tonnen betragen.

Der Durchmesser des Drahtes wurde mit Rücksicht auf den Umstand grösser als bei den anderen bedeutenden Hängebrücken gewählt, weil sich hiedurch die Arbeit reducirt, ein schwerer Draht dem Winde mehr Widerstand und dem Roste eine kleinere Oberfläche darbietet. Andererseits aber bildete das gewählte Mass gerade noch die Grenze, bei welcher es mit Rücksicht auf die Steifigkeit noch handlich erscheint. Die Verzinkung wurde mit Hinweis auf den Umstand vorgeschrieben, dass diese Anordnung das beste Schutzmittel bei Anhängung von Salzwasser bildet. Bei Ausführung dieses Processes ist ganz besonders darauf achtzugeben, dass das Zinkbad und die nachfolgende Abstählung keine Veränderung in Härtegrade des Stahles verursachte. Beim Abrollen muss sich der Draht vollständig geradestrecken. Hinsichtlich des Härtens und Anlassens wurden keine bindenden Vorschriften erlassen, doch sind diese Operationen unter Ueberwachung eines Beamten der Gesellschaft vorzunehmen.

In Uebereinstimmung mit der Specification wird die Erprobung der eingelieferten Drahtsorten in folgender Weise vollzogen.

1. Aus je 40 Drahtringen wird je einer ausgewählt, von einem Ende 18 Meter abgeschnitten in einer verticalen Probirmaschine einem Zuge von 181 Kilogramm ausgesetzt und dieser successive um je 181 Kilogramm erhöht, bis die Grenze von 725 Kilogramm erreicht ist, hiebei sollte der Zuwachs an Ausdehnung constant bleiben; er wird mittelst eines Verniers, der noch Ablesungen bis 0·03 Meter gestattet, gemessen.

Hiebei darf zugleich die Ausdehnung nicht mehr als 0·097 L. betragen, bei Reduction der Spannung auf 544 Kilogramm soll die bleibende Ausdehnung nicht über 0·00001 L. hinausgehen. Derselbe Draht wird dann der Zerreissprobe unterzogen und ist die zulässige Reduction des Durchmessers an der Bruchstelle von

4·31 auf 3·81, die Streckung auf 0·02 L., das Bruchgewicht auf 1542 Kilogramm festgesetzt.

2. Unter je fünf Ringen wird einer ausgewählt, von demselben ein 1·82 Meter langes Ende geschnitten und in derselben Weise wie früher geprüft; die Ausdehnung desselben darf 0·035 L. nicht überschreiten und sein Verhalten muss den unter 1. geforderten Bedingungen entsprechen.

3. Von jedem Ring wird ein 0·30 Meter langes Stück abgeschnitten und wie vorher geprüft. Mit Ausnahme der Verlängerung muss sich auch dieses so verhalten, wie es unter 1. stipulirt erscheint.

Von jedem Ringe wird ein Stück von 0·30 Meter Länge abgeschnitten und auf einen Stab von 12·7 Millimeter Durchmesser aufgewickelt, wobei kein Bruch eintreten darf.

Sollte sich irgend ein Mangel bei einer unter 1. und 2. angegebenen Probe zeigen, so kann die Anzahl der Ringe, von denen ein Probering ausgewählt wird, d. i. beziehungsweise 40 und 5, auch noch verringert werden.

Weitere Bestimmungen beziehen sich auf die äussere Beschaffenheit des Drahtes; so muss vor dem Verzinken die Gleichförmigkeit der Dicken beider Enden jedes Drahtstückes, das einen Ring bildet, constatirt werden, und es darf jedes Stück nur einen Zangenbiss im Maximalabstande von 127 Millimeter vom Rande zeigen. Ferner erscheint das Minimalgewicht eines Ringes Drahtlänge 241 Meter) mit 22·7 Kilogramm, das Maximalgewicht (Drahtlänge 289 Meter) mit 27·2 Kilogramm fixirt.

Alle Angebote waren mit Mustern zu belegen, welche in Uebereinstimmung mit der Specification stehen mussten, nicht weniger als 45·36 Kilogramm wiegen und zwei Ringe enthalten sollten.

Diese Proben nun wurden unter Leitung Roebling's von C. C. Martin und W. H. Paine im Laufe des Jahres 1876 vorgenommen; die Resultate haben wir in beifolgender Tabelle zusammengestellt, da sie zu einer Reihe interessanter Folgerungen Anlass geben und einen höchst bemerkenswerthen Beitrag zu den Festigkeitsverhältnissen des Stahldrahtes liefern.

Der Schutz der Ankerketten gegen den Rost ist in einer Weise durchgeführt, die auch schon bei anderen Brücken zur An-

Drahtproben für die New-York Brooklyn-Brücke.

Tabelle II.

Firma	Stahlsorte	Grenzfestigkeit in Tonnen pro Q.-Centimeter	Schliessliche relative Längenänderung	Bleibende Längenänderung in $^1/_{400000}$ der Länge: bei Aenderung der Beanspruchung von 544 Kgr. auf 726 Kgr. pro Draht	Bleibende Längenänderung in $^1/_{400000}$ der Länge: bei Aenderung der Beanspruchung von 181 Kgr. auf 726 Kgr. pro Draht	Elasticitätsmodul in Mill. Tonnen	Durchmesser des Drahtes am Bruche in Millimeter	Biegungsprobe [1]	Form des freiliegenden Drahtes	Gewicht des Drahtseiles pro Ring in Kilogramm
J. Lloyd Haigh	Englischer Tiegelgussstahl	11·997	0·0380	0	0	2·096	3·73	$^1/_2$ n	gerade	31·5
		12·556	0·0470	0	0	2·086	3·86	n	–	
		11·683	0·0233	1 +	1 +	2·078	4·06	„	—	
		12·246	0·0370	0 +	1	2·042	4·06	n	schwach gekrümmt	27·0
		12·767	0·0440	0 +	0	2·070	4·06	„	„	
		11·787	0·0171	$0^1/_2$ +	1 +	2·026	3·86	„	—	
		12·828	0·0400	0 +	0 +	2·054	3·96	$^1/_2$	gerade	24·9
		12·336	0·0270	0	0	2·089	4·17	„	„	
		12·800	0·0233	1 —	1 +	2·065	3·91	„	„	
		12·414	0·0490	0 +	0	2·066	3·94	$^1/_2$	gerade	24·7
		12·285	0·0370	0	0	2·080	3·86	„	„	
		12·225	0·0300	1	$1^1/_2$	2·059	4·09	„	„	
Cleveland Rolling mills	Offener Herd-Stahl eigener Erzeugung	12·687	0·0360	2	3	2·033	4·09	n	1·8 M. Durchm.	28·6
		12·491	0·0400	2 +	2	2·109	3·51	4	—	
		12·162	0·0210	2	$2^1/_2$ +	2·098	3·78	—	—	
		12·837	0·0400	0 +	0 +	2·119	3·66	5	3·7 M. Durchm.	30·2
		12·765	0·0420	0	2	2·066	3·68	n	2·4 „ „	
		12·317	0·0215	1	1	2·102	3·76	—	—	
Washburne & Moen	Englischer Tiegelgussstahl	12·938	0·0360	1 +	1 +	2·092	3·40	n	3·0 M. Durchm.	32·4
		12·606	0·0170	1	1	2·066	3·73	n	3·0 „ „	
		12·316	0·0083	1	1	2·031	3·38	—	—	
		12·276	0·0300	1	1	2·078	3·61	n	—	26·3
		12·371	0·0450	0 +	1	2.089	3·48	„	—	
		11·932	0·0250	$1^1/_2$ —	$1^3/_4$	2·057	3·56	„	—	
Sulzbacher, Hymen, Wolf & Co.	Krupp's Bessemer-Stahl	12·585	0·0440	0	0	2·040	3·84	2	nahezu gerade	24·5
		12·005	0·0300	0	0 +	2·066	3·91	2	—	
		11·798	0·0182	1	1	2·052	4·11	1	—	
	Krupp's Gussstahl	12·617	0·0400	0	0 +	2·046	3·81	n	gerade	18·8
		12·644	0·0400	0	0 +	2·137	3·53	„	—	
		12·298	0·0317	0 +	1	2·074	3·91	„	—	
J. A. Roebling's Sons Co.	Tiegelgussstahl	12·587	0·0370	0	0 +	2·106	4·04	$^1/_2$	nahezu gerade	31·3
		12·283	0·0480	0 +	0 +	2·124	3·91	$^1/_2$	—	
		10·112	0·0054	1	2	2·080	4·14	4	—	
		10·103	0·0045	0 +	1 +	2·052	4·09	4	—	
		12·030	0·0410	1	1	2·126	3·84	4	3·8 M. Durchm.	31·8
		12·063	0·0345	1 +	1	2·024	4·01	2	—	
		8·811	0·0037	1 —	1 +	2·053	4·24		—	

[1]) Der Durchmesser des Drahtes betrug 4·8 Millimeter. Die Biegungsprobe bestand darin, dass der Draht um einen Rundeisenstab von 1·3 Centimeter Durchmesser gebogen wurde. In der Columne bedeutet n, dass diese Biegung beliebig oft, 4 dass sie viermal geschehen konnte, bevor der Draht brach.

Zu Seite 166.

Firma	Stahlsorte	Grenzfestigkeit in Tonnen pro Q.-Centimeter	Schliessliche relative Längenänderung	Bleibende Längenänderung in $^1/_{100000}$ der Länge		Elasticitätsmodul in Mill. Tonnen	Durchmesser des Drahtes am Bruche in Millimeter	Biegungsprobe [2]	Form des freiliegenden Drahtes	Gewicht des Drahtseiles pro Ring in Kilogramm
				bei Aenderung der Beanspruchung von 544 Kgr. auf 726 Kgr. pro Draht	bei Aenderung der Beanspruchung von 181 Kgr. auf 726 Kgr. pro Draht					
J. A. Roebling's Sons Co.	Amerikanischer Bessemerstahl	12·526	0 0375	0 +	1 —	2·092	3·61	4	3·8 M. Durchm.	24·5
		12·551	0·0380	1 +	1	2·106	3·53	n	„	
		12·176	0·0215	1	1 +	2·076	3·43	„	„	
		12·526	0·0360	0 +	3 —	2·092	3·40	n	2·6 M. Durchm.	24·9
		11·114	0·0380	1	3 +	2·043	3·58	„	„	
		10·572	0·0235	1 —	1	2·069	3·30	1	„	
Johnson & Nephew	Englischer Tiegelgussstahl	14·495	0·0440	4 —	5	—	3·61	n	1·5 M. Durchm.	51·7
		13·781	0·0430	5	9	—	3·76	„	„	
		14·054	0·0310	7	16	—	3·63	„	„	
		11·709	0·0590	7	9	—	3·49	n	1·5 M. Durchm.	24·5
		11·589	0·0620	5	12	—	3·33	„	„	
		11·822	0·0540	5 +	10	—	3·28	„	„	
		11·693	0·0690	5	9	—	3·40	n	—	24·0
		11·462	0·0630	8 —	14	—	3·53	„	—	
		11·843	0·0504	6	10	—	3·56	„	—	
Carey & Moen	Englischer Tiegelgussstahl	9·117	0·0075	2	2	2·068	3·38	n	gekrümmt	20·9
		13·226	0·0420	1 +	2	2·198	3·94	„	„	
		8·916	0·0058	3	14	—	3·18	„	unregelm. gekr.	
		13·656	0·0380	0	1	2·104	3·71	n	nahezu gerade	15·9
		13·440	0·0310	1	1	2·113	3·91	„	„	
		13·418	0·0225	0 +	1	2·096	3·89	„	„	
		10·568	0·0100	1	2	2·126	3·51	n	nahezu gerade	22·5
		12·674	0·0350	0 +	2	2·161	3·84	„	„	
		9·697	0·0045	1	2	2 077	3·89	„	„	
		12·455	0·0360	0 +	2 +	2·123	3·89	6	nahezu gerade	18·6
		12·306	0·0390	0 +	2 +	2·113	3·94	„	„	
		12·170	0·0234	1 +	1 +	2·086	4·06	„	„	
Henley	Englischer Tiegelgussstahl	1·557 [2]	0·0130	—	—	—	—	—	1·5 M. Durchm.	—
		1·502 [2]	0·0090	—	—	—	—	—	1·5 „ „	—
		1·530 [2]	0·0340	—	—	—	—	—	1·2 „ „	—
		1·512 [2]	0·0250	—	—	—	—	—	—	—
		1·273 [2]	0·0090	—	—	—	—	—	—	—
Chrome Steel Co.	Chromstahl eigener Erzeugung	11·310	—	—	—	—	—	—	—	—
		11·280	—	—	—	—	—	—	—	—
		11·346	—	—	—	—	—	—	—	—
		11·299	—	—	—	—	—	—	—	—
		11·980	—	—	—	—	—	—	—	—
		10·608	—	—	—	—	—	—	—	—

[2]) Die Zahlen dieser Colonne beziehen sich auf die Zugfestigkeit pro Draht.

wendung kam und in directem Gegensatze zu dem in Europa üblichen Modus steht. Die Kettenglieder wurden nämlich, nachdem ihre Oberfläche sorgfältig auf chemischem Wege gereinigt, mit Oelfarbe angestrichen und mit hydraulischem Cement vollständig umbettet. Diese Anordnung, welche eine nachträgliche Revision ohne gewaltsame Entfernung der Cementhülle ausschliesst, wurde mit Rücksicht auf das erprobte Verhalten dieser Verbindung gewählt.

In der That zeigte sich bei der Demolirung des alten Pittsburgh-Aquäductes die Ankerkette, nachdem sie 16 Jahre Dienste geleistet, vollständig erhalten. Ein ebenfalls günstiges Resultat stellte sich bei den Versuchen an der Niagara-Hängebrücke heraus, welche über Veranlassung der canadischen Regierung vor drei Jahren nach 22jährigem Bestande der Brücke angestellt wurden.

Als Referent einem der Ingenieure gegenüber auf die beängstigenden Zweifel hinwies, die eine derartige, jeder Besichtigung entzogene Umschliessung wachrufen müsse, wurde ihm zur Antwort, dass er solche keineswegs hege, wohl aber bedauere, dass man bei der eben genannten Brücke eine Revision unternommen und hiebei die Verankerung theilweise blossgelegt habe, die hiedurch schädlichen Einflüssen, eindringender Feuchtigkeit, die sich nicht mehr entfernen lasse, ausgesetzt worden sei.

Roebling wählte bei der Brooklyn-Brücke diese Anordnung schon aus dem Grunde, weil er der Atmosphäre von New-York auf Grund achtjähriger Erfahrung eine zwanzigmal grössere Neigung zur Rostbildung zuschreibt, als jener von Cincinnati, wo die rauchimprägnirte Luft in sich selbst das Schutzmittel schliesst.

„Dieser Vorgang," schreibt der genannte Ingenieur, „entgegengesetzt dem europäischen, entspricht dem Geiste des amerikanischen Volkes, bei dem jedes Ding auf sich selbst zu achten und sich selbst zu schützen hat."

Ob die wirkliche Beanspruchung der Kabel mit der theoretisch berechneten übereinstimmen werde, erscheint allerdings etwas fraglich, da ein Theil der Brückenbahn mittelst sogenannter Diagonal-Kabel directe von den Pfeilern aus gefasst wird; das äusserste dieser Kabel reicht so weit, dass nur etwa $^1/_3$ der ganzen Brückenlänge frei schwebt. Zu dieser Unbestimmbarkeit, welche durch die Seitenkabel verursacht wird, kommt noch die

Unbestimmbarkeit, welche durch die Verbindung der steifen Längsträger der Fahrbahn entsteht.

Schwedler ist — und wir schliessen uns dem vollkommen an — der Ansicht, dass hiedurch ganz bedeutende Inanspruchnahmen bedingt werden können, wodurch die Elasticitätsgrenze der Drähte überschritten wird.

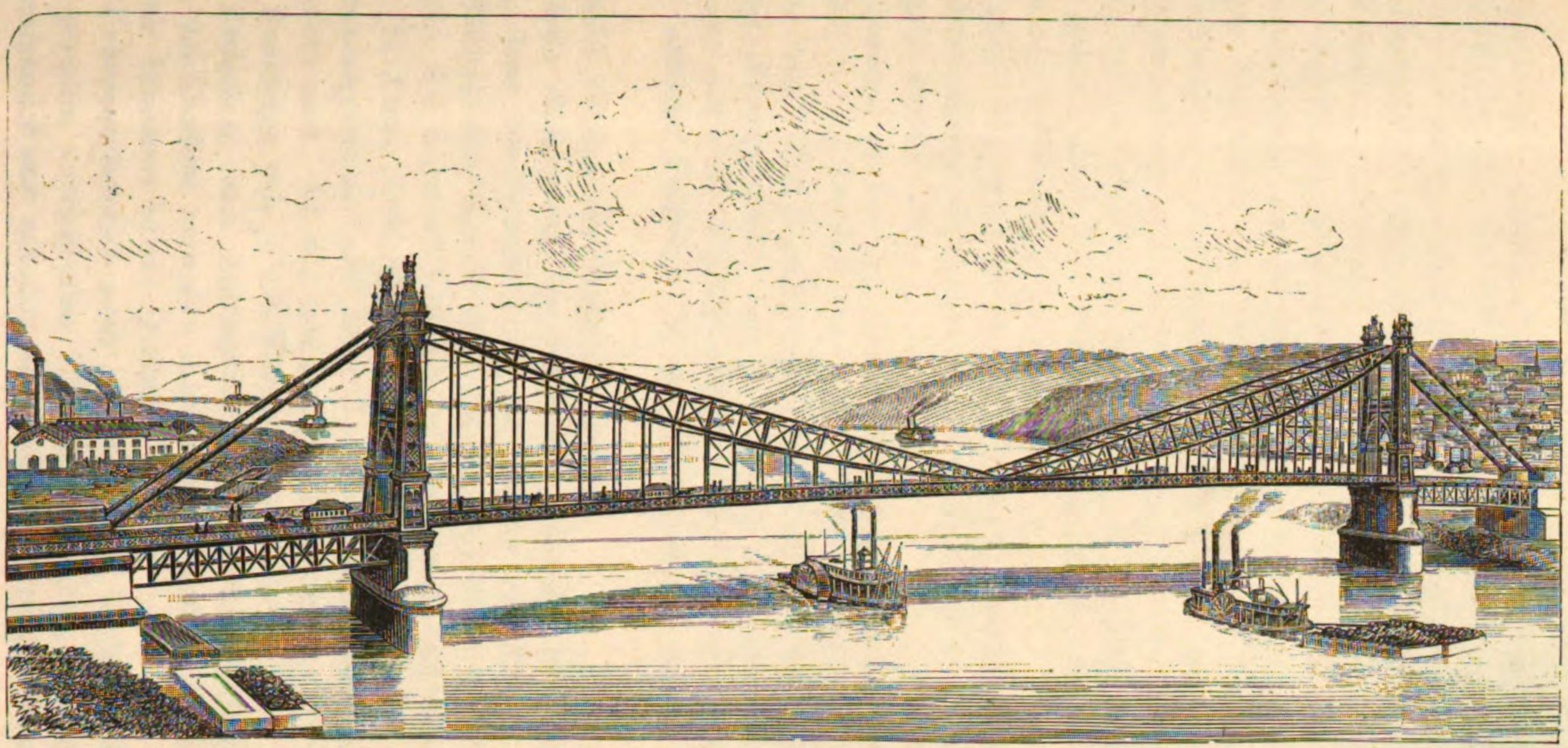
Die Kosten dieses Bauwerkes wurden von Roebling (Vater), entgegen der ursprünglichen Schätzung von 4 Millionen Dollars, auf 7 Millionen angegeben. Roebling (Sohn) revidirte 3 Jahre nach Beginn des Werkes 1872 die Rechnung seines Vaters und gab als wahrscheinliche Totalkosten $9^1/_2$ Millionen Dollars an. Auch diese zu niedrige Summe wurde 1875 auf 13 Millionen als zu veranschlagender Betrag ergänzt. Vergleicht man diese Summe mit den Herstellungskosten eines Tunnels, welche von amerikanischen Ingenieuren mit weniger als 2 Millionen Dollars angegeben werden, so erscheint der ökonomische Werth dieses Riesenbaues allerdings nicht im rosigen Lichte.

B. Kettenbrücken.

Ausser den Seilbrücken sind in neuerer Zeit auch Kettenbrücken zur Durchführung gelangt.

Weniger des constructiven Interesses wegen als vielmehr um die etwas barocke, aber nicht unangenehm wirkende architektonische Ausstattung eines Bauwerkes dieser Art zu zeigen, bringen wir auf Tafel 2 als Beispiel die von der Pennsylvania Railroad Co. ausgeführte Brücke über die vierzigste Strasse in Philadelphia. Dieselbe, eine versteifte Kettenbrücke nach Ordish's System, besitzt eine totale Länge von 98·1 Meter zwischen den Widerlagern. Ausser in den Widerlagern wird das Hängewerk noch durch zwei architektonisch reich ausgestattete, eiserne Thürme unterstützt, welche die Construction in drei Felder theilen, wovon das erste, von der Widerlagerfläche bis zur Thurmmitte gemessen 20·25 Meter, das zweite von Thurmmitte zu Thurmmitte gerechnet, 57·6, das dritte ebenfalls 20·25 Meter Länge aufweist. Die Träger lassen zwischen sich eine Fahrbahn von 12·2 Meter Breite, während nach aussen Fusswege von je drei Meter Breite angeordnet sind.

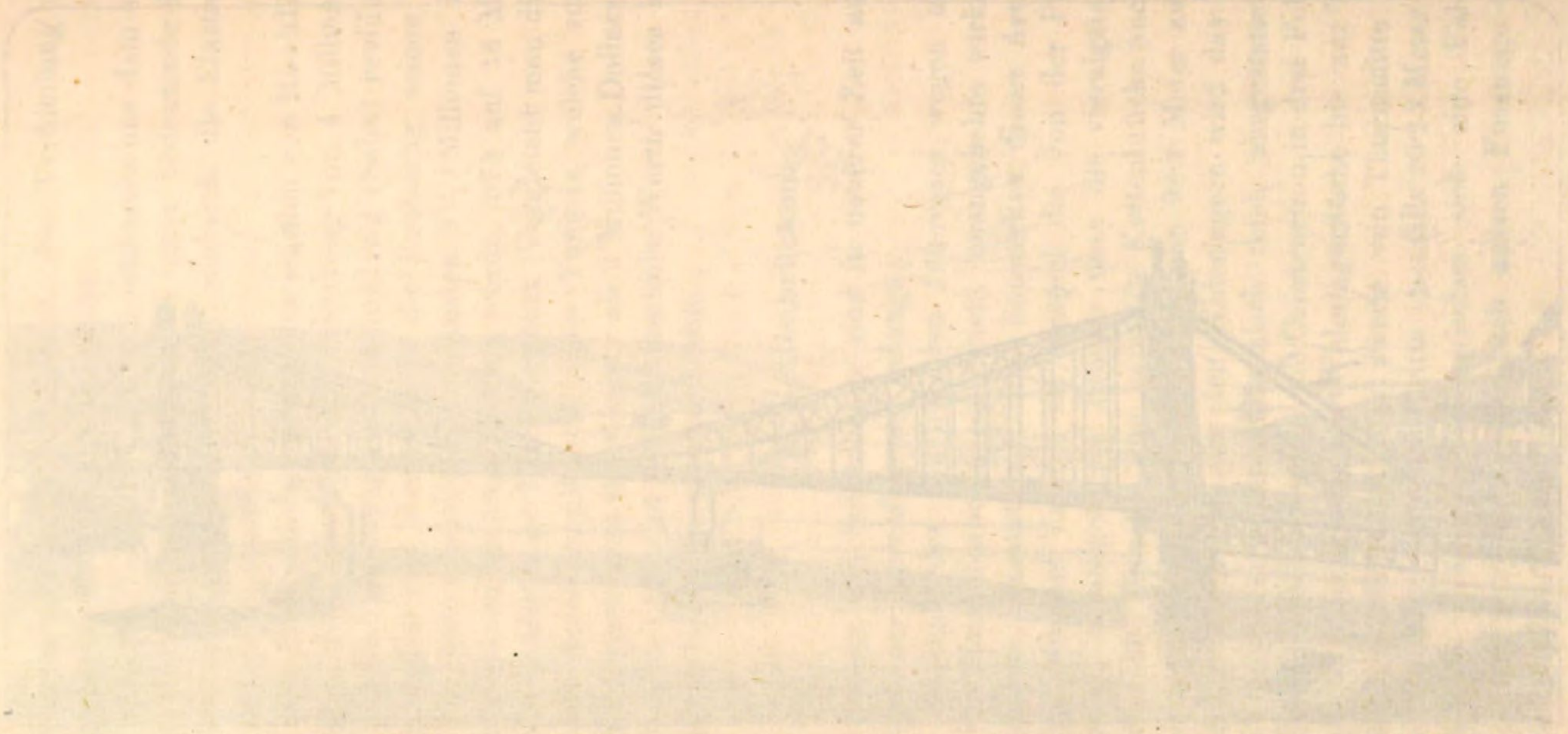
„Point-Bridge" zu Pittsburg in Penn. über den Monongahela.



Entworfen von E. Hemberle.

Erbaut von der American Bridge Co.

Spannweite der Mittelöffnung 243·8 Meter.



Die ganze Construction einschliesslich der Thürme besteht aus Schmiedeisen, nur die Piedestale und die Ornamentik der Thürme sind aus Guss- und verzinktem Eisen hergestellt.

Die Kettenglieder sind mit aufgeschweissten Augen versehen und durch Bolzen verbunden. Der Untergurt, als druckaufnehmender Versteifungsbestandtheil construirt, setzt sich aus Lamellen und Façoneisen zusammen. Die angehängten Querträger unterstützen eine Fahrbahn, die zunächst aus einer 5 Centimeter starken Bohlenlage aus Tannenholz (while pine) besteht, auf welcher bei den Fusswegen ein 3·7 Centimeter starker Belag von Fichtenholz (yellow pine) liegt, während für die eigentliche Fahrbahn als oberer Belag eine 7·6 Centimeter starke Decke von Eichenholz zur Verwendung kam.

Die ganze Construction ist eine derartige, dass der in den Ketten auftretende Horizontalschub durch den steifen Untergurt aufgenommen werden soll.

Die American Bridge Co. brachte in der Maschinenhalle das Modell ($^1/_{64}$ nat. Grösse) der eben (1876) in der Aufstellung begriffenen, versteiften Hängebrücke über den Monongahelafluss in Pittsburg (Pennsylvanien) zur Ausstellung. Die bedeutenden Dimensionen, sowie die Eigenthümlichkeit des Systemes rechtfertigen ein näheres Eingehen in die Beschreibung dieses Bauwerkes.

Texttafel *F* zeigt die Hauptanordnung.

Die freie Spannweite des Mittelfeldes beträgt 243·8 Meter (800 Fuss), jene der Seitenfelder je 44·2 Meter (145 Fuss). Die Höhe der Thürme über dem Niederwasser ist 54·9 Meter (180 Fuss), die Pfeilhöhe der Kette 26·8 Meter (88 Fuss). Die Fahrbahn ist 6·1 Meter (20 Fuss) breit und trägt drei Geleise, wovon zwei für den Tramwayverkehr und eines für eine schmalspurige Eisenbahn bestimmt sind. An der Aussenseite der Fahrbahn befinden sich zwei Fusswege von je 1·8 Meter (6 Fuss) Weite.

Die Zwischen- und Ankerpfeiler sind auf hölzernen Plattformen, in das Kiesbett versenkt, fundirt. Das Mauerwerk besteht aus Badener Sandstein bester Qualität.

Die Ueberconstruction setzt sich aus einer einfachen Kette und zwei geraden versteifenden Pfosten zusammen, die in der Mitte untereinander und mit der Kette charnierförmig verbunden

sind. Zwischen Ober- und Untergurt ist ein doppeltes Fachwerk eingeschaltet. In seiner Wesenheit repräsentirt demnach dieses System einen umgekehrten Bogenträger mit drei Gelenken.

Die Krümmung des kettenförmigen Untergurtes ist eine derartige, dass ihre Achse mit der Stützlinie für das Eigengewicht zusammenfällt, im unbelasteten Zustande daher die Versteifungsconstruction keine Beanspruchung erfährt. Ist die Brücke in ihrer rechten Hälfte belastet, so erfährt die rechte Hälfte des Obergurtes Druck, die linke Zug und vice versa.

Die Maximalbeanspruchung jedes einzelnen Theiles der Gurte sowohl als der Gitterstäbe erscheint als Function einer speciellen Belastungsweise und wurde hierauf bei der Berechnung Rücksicht genommen, wie der Referent gelegentlich seines Aufenthaltes in Pittsburg constatiren konnte, als er über freundliche Einladung des Constructeurs und Bauleiters dieser Brücke, Hemberle, sich der Aufgabe unterzog, mit Hilfe der vorhandenen Pläne die Inanspruchnahmen auf graphischem Wege zu ermitteln, deren Werthe mit den analytisch berechneten eine schöne Uebereinstimmung zeigten.

Um zu zeigen, dass die Idee einer derartigen Versteifung der Kette keine neue sei, brachte in den Räumen der Society of Civil Engineers J. Claxton Fidler das Modell einer Hängebrücke zur Ausstellung, das allerdings principiell mit der Construction Hemberle's zusammenfällt

In der That hatte dieser Fachmann zwei Jahre früher vor der Royal Scotish Society of Arts in einem Vortrage dieses System empfohlen und ausführlicher behandelt. Auf Seite 373 des „Engineering" von 1875 (1. Bd.) findet sich die Skizze einer Anordnung, die nahe mit dem Systeme Hemberle zusammenfällt. Doch auch dieser Ingenieur nimmt die Neuheit der Idee wohl mit Unrecht für sich in Anspruch, da bekanntlich schon 1861 Köpke*) dieselbe näher beleuchtet und durchgeführt hat**).

Wie erwähnt bildet die Construction nichts Anderes als einen umgekehrten Bogen mit drei Gelenken, und mit Recht bemerkt

---

*) Siehe „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines für das Königreich Hannover" 1861, S. 231.

**) Brücken dieses Systems befinden sich am Rhein zwischen Frankfurt und Sachsenhausen, zu Rom etc.

der letztgenannte Autor: „Die Berechnung der Form der Mittellinie des Zuges ist analog der Ermittlung der Drucklinie bei einem Gewölbe und hier mit grösster Schärfe deshalb möglich, weil in den drei Charnierpunkten zugleich drei Punkte der Mittellinie gegeben sind."

Eine allerdings nicht unwesentliche Abweichung der Anordnung Hemberle's von jener Köpke's und Fidler's besteht darin, dass, wie oben gesagt, Hemberle die Stützlinie bei totaler Belastung vollständig in den kettenartig durchgeführten Untergurt legt, und der obere steif gebildete nur durch die zufällige Last beansprucht wird, während die beiden anderen Fachmänner die Stützlinie bei totaler Belastung möglichst in die Mitte zwischen Ober- und Untergurt bringen.

Die Point Bridge wurde am 30. März 1877 dem Verkehre übergeben. Die hiebei angestellten Belastungsproben fielen sehr günstig aus. Zunächst wurde auf die Mittelöffnung eine Last von 482 Tonnen (474·5 tons engl.) durch bespannte Fuhrwerke aufgebracht, was einer Belastung von 203 Kilogramm pro Quadratmeter entspricht. Hiebei bog sich dieselbe um 102 Millimeter (4 Zoll) durch.

Wenn eine Hälfte der Spannweite belastet war, senkte sich die belastete um 70 Millimeter ($2^3/_4$ Zoll), während die andere um 28·5 Millimeter sich hob.

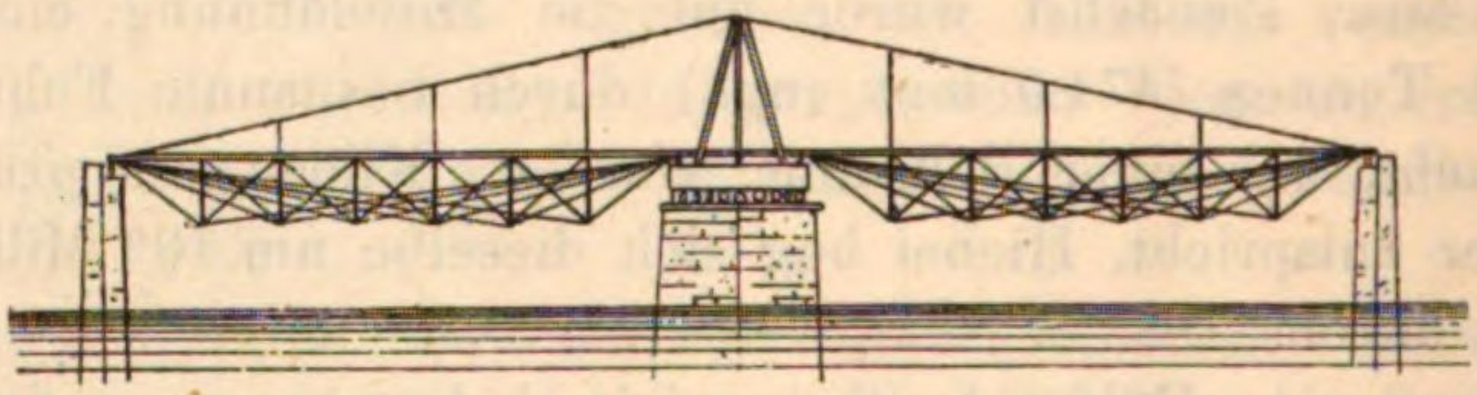
Das meiste Interesse bot die Beobachtung der Oscillationen während des Passirens der Last. Die Auf- und Abwärtsbewegungen betrugen nicht mehr als 1·6 Millimeter ($^1/_{16}$ Zoll), die seitlichen Bewegungen am Mittelgelenke 7·9 Millimeter ($^5/_{16}$ Zoll). Das System der Versteifung hat sich hienach jedenfalls bewährt.

M. BEWEGLICHE BRÜCKEN.

Im östlichen und südöstlichen Theile der Vereinigten Staaten dehnen sich weite Ebenen aus, von riesigen Strömen durchzogen. Der Schifffahrtsverkehr auf denselben ist ein ungemein lebhafter, da sie die natürlichsten und billigsten Wege bilden, welche die Massenproducte des Innern nehmen können, um die grossen Handelsplätze an den Küsten des Meeres zu erreichen. Der Umstand,

dass der grösste Theil dieses Verkehres von den grossen, oft bemasteten Fahrzeugen der Binnenseen betrieben wird, die bedeutenden Dimensionen der Dampfschiffe, welche die Fluthen der Ströme durchfurchen, liessen die Frage der Ueberbrückung dieser Wasseradern, die andererseits wieder im Interesse der sich rasch entwickelnden Eisenbahnen und Strassenzüge lag, als eine schwierige erkennen. Um über den Parteien stehende Grundsätze zu schaffen, fixirte der gesetzgebende Körper selbst die unter der Construction erforderlichen lichten Höhen, und zwar mit einem solchen Ausmasse, dass die Interessen der Schifffahrt vollkommen gewahrt erschienen. Dadurch waren die Eisenbahn- wie die Strassenbau-Compagnien, wollten sie kostspielige anderweitige Anlagen, als Rampen etc., vermeiden, auf die Errichtung von Drehbrücken angewiesen.

Fig. 84.



Drehbrücke bei Quincy über den Missouri. Kleine Oeffnung.

Sobald sich das Bedürfniss nach Drehbrücken in grösserem Masse fühlbar machte, fand dieser Theil des Brückenbaues auch besondere Beachtung und Pflege, und an den ausgestellten Objecten, Plänen und Zeichnungen zeigte sich zunächst die hohe Ausbildung, welche in der Construction der Träger erreicht ist; der praktische Sinn des Amerikaners bethätigte sich in der Vervollkommnung des Drehmechanismus, welcher die Manipulation mit den oft so riesigen Brücken ungemein erleichtert und in staunenswerth kurzer Zeit vollbringen lässt; aber auch das wissenschaftliche Streben, die Brücke wirklich unter jene Bedingungen zu bringen, welche der Berechnung der Dimensionen als Voraussetzungen zu Grunde liegen, fand in einer entsprechenden Construction der End- und Mittelauflager seinen Ausdruck.

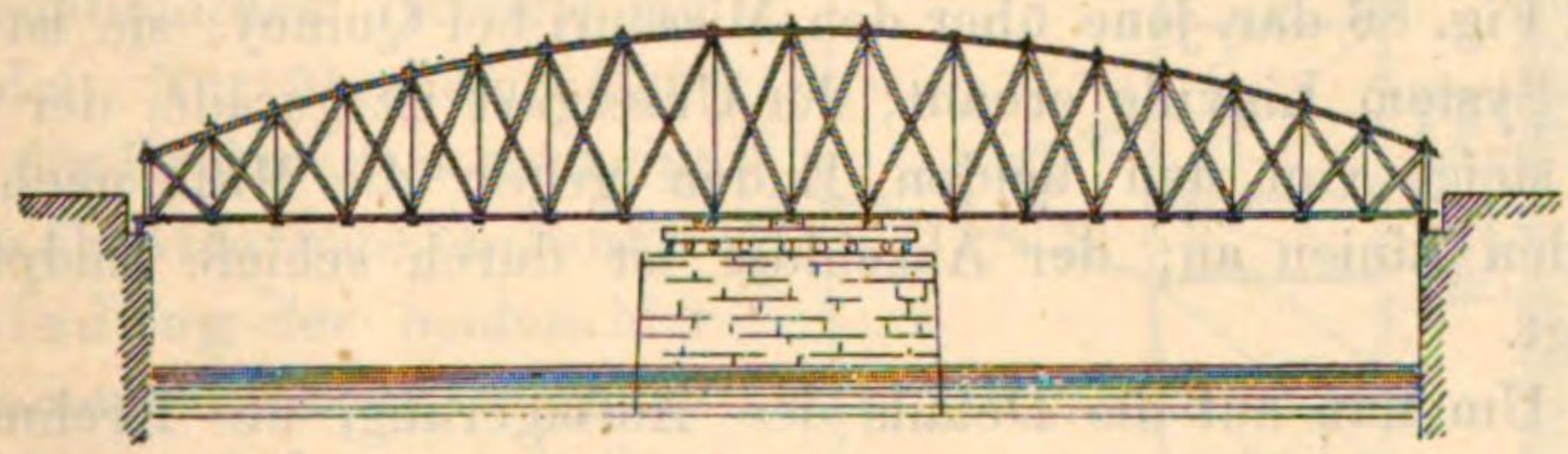
Wir bringen zunächst in Fig. 84 ein Beispiel jenes Systems, nach welchem die älteren amerikanischen Drehbrücken erbaut wurden, die Brücke von Quincy über einen Nebenarm des Missis-

sippi. Dieses System basirt auf dem Principe der Anwendung zweier einfacher Träger, deren äussere Enden an einem, auf dem mittleren Pfeiler errichteten, hohen Thurmgerüste aufgehangen sind, welch' letzteres unmittelbar auf der Trommel steht. Bei der vorliegenden Brücke sind zwei Bollmann'sche Träger angewendet.

Diese Form der Drehbrücken ist indess seltener zur Anwendung gekommen und meist nur für kleinere Spannweiten. Jetzt werden die Drehbrücken fast ausschliesslich als continuirliche Träger construirt, welche nach dem Aufdrehen der Brücke einen nach beiden Seiten frei überhangenden, beziehungsweise zwei an einem Ende fest eingespannte, am anderen freie Träger darstellen.

Im geschlossenen Zustande wirkt die Brücke im Allgemeinen als ein continuirlicher Träger über zwei Feldern; doch ist

Fig. 85.



Strassendrehbrücke in Chicago.

ihr Verhalten gegenüber den angreifenden Kräften ein wesentlich verschiedenes, je nach der Art und Weise, in welcher die Enden der Träger eine Unterstützung erfahren; wir werden bei der Beschreibung einzelner Typen von Pivotbrücken, wie sie von den bedeutenderen Brückenbaugesellschaften zur Durchführung kommen, hierauf detaillirter eingehen.

Als Tragwerkssysteme findet man fast ausschliesslich nur zwei derselben in Anwendung, das Pratt'sche, einfaches Fachwerk mit doppelten Diagonalen, die Enden meist abgeschrägt, und das Linville'sche, doppeltes Fachwerk mit steifen Verticalen und schlaffen Diagonalen, welche an den betreffenden Stellen auch doppelt angeordnet sind.

Indessen hat auch eine Nachbildung des Howe'schen Systems eine gewisse Verbreitung gefunden, und zwar hauptsächlich bei

kleineren Strassenbrücken. Es sind dabei die Gurtungen aus Eisen, die Streben und Gegenstreben aus Holz, die verticalen Zugstangen aus Rundeisen construirt; wir bringen in Fig. 85 eine solche Strassenbrücke und bemerken noch, dass der grösste Theil von jenen circa 30 Drehbrücken, welche in Chicago die Hauptverkehrsadern dieser Stadt, die einzelnen Flussarme überspannen, nach diesem Muster erbaut ist.

Bei den eisernen Brücken ist das Princip der gelenksförmigen Knotenverbindungen nicht immer beibehalten worden, und man hat sich häufig zu einer continuirlichen Durchführung der Gurtungen und zu einer festen Verbindung der Gitterstäbe mit denselben entschlossen.

Ein eigentlicher Ständer ist auch bei den Drehbrücken selten angebracht, und es ist meistens der letzte gedrückte Gitterstab als schiefer Endpfosten gestaltet.

Ein Beispiel einer grösseren, eisernen Eisenbahndrehbrücke stellt Fig. 86 dar, jene über den Missouri bei Quincy; sie ist nach dem System Linville erbaut; der Untergurt ist gerade, der Obergurt steigt von den beiden Enden gegen die Mitte nach zwei geraden Linien an; der Abschluss ist durch schiefe Endpfosten erfolgt.

Um nun auf die Details der Auflagerung, des Drehmechanismus etc. einzugehen, erachten wir es für das Beste, die einzelnen grösseren Brückenbaugesellschaften der Reihe nach in ihren betreffenden Constructionen vorzuführen, da ja fast jede derselben einen eigenen, ihr gewöhnlich patentirten Typus zur Durchbildung gebracht hat. Wir beginnen mit den Drehbrücken der Keystone Bridge Co.

Diese Gesellschaft hatte das bedeutendste Object auf dem Gebiete des Baues von Drehbrücken zur Ausstellung gebracht, ein in $^1/_{24}$ der natürlichen Grösse gearbeitetes, bis in's kleinste Detail ausgeführtes Modell der Raritan Bai Swing Bridge, welche mit einer Gesammtlänge von 143·86 Meter die grösste Drehbrücke, die je in den Vereinigten Staaten construirt wurde, und wohl die grösste überhaupt bestehende darstellt. Sie wurde von der Keystone Bridge Co. für die New-York und Long Branch Railroad Co. erbaut und von dem Chef-Ingenieur der ersteren, J. H. Linville projectirt.

Die bedeutenden Dimensionen, sowie die eigenthümlichen, hier zum erstenmale angewendeten Constructionsprincipien rechtfertigen ein näheres Eingehen.

Die Brücke ist nach dem Systeme Linville projectirt und für eine eingeleisige Eisenbahn bestimmt; die Träger haben an den Enden eine Höhe von 9·1 Meter, in der Mitte eine solche von 12·2 Meter. Der Obergurt steigt gegen die Mitte hin nach zwei Geraden an und ist aus Segmenteisen und Platten continuirlich durchgehend gebildet. Nur über dem Centrum des Drehpfeilers erscheint eine schlotternde Gelenksverbindung der beiden hier zusammenstossenden Obergurthälften angeordnet, und eben an dieser Stelle ist auch der Untergurt vollständig durchschnitten, so dass er aus zwei getrennten Theilen besteht. Diese eigenthümliche Anordnung wurde mit Rücksicht auf die Wirkungsweise der Träger im geschlossenen und offenen Zustande getroffen, die weiter unten eine nähere Besprechung finden soll.

Die Pfosten des Gitterwerkes sind hohl und gestatten einen Anstrich auch an der Innenseite derselben anbringen

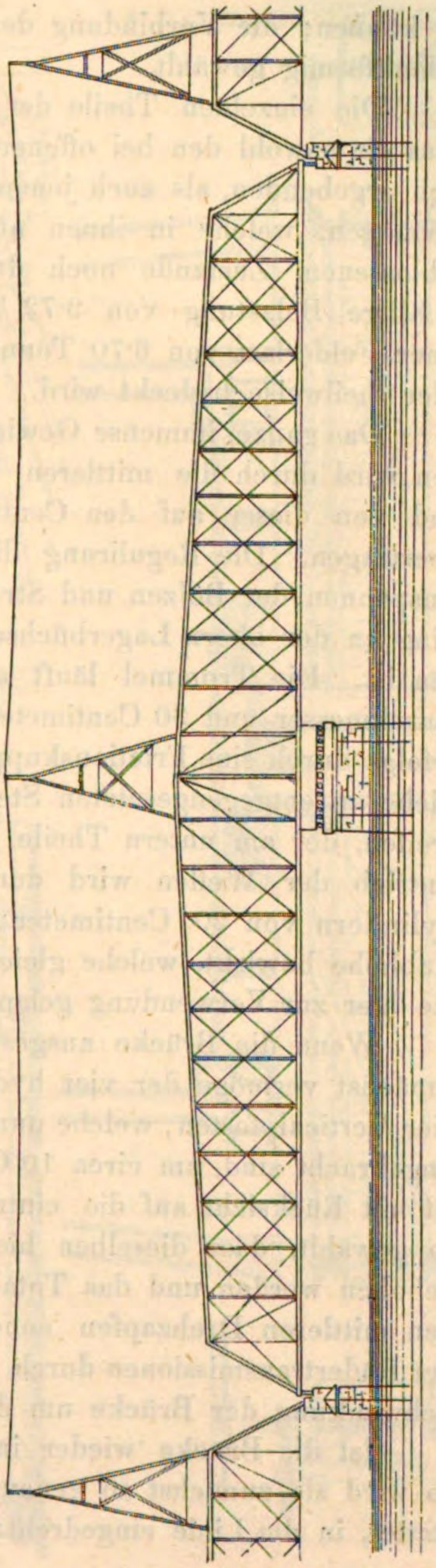


Fig. 86.

Eisenbahndrehbrücke über den Missouri bei Quincy. Grosse Oeffnung.

zu können; die Verbindung der Gitterstäbe mit den Gurten ist gelenkförmig gewählt.

Die einzelnen Theile der Brücke wurden so dimensionirt, dass sie sowohl den bei offener Brücke aus dem Eigengewichte sich ergebenden, als auch jenen Beanspruchungen zu widerstehen vermögen, welche in ihnen auftreten, wenn die Brücke in geschlossenem Zustande noch durch eine gleichmässig vertheilte, zufällige Belastung von 3·72 Tonnen pro laufenden Meter bei einer Felderlast von 6·70 Tonnen für den laufenden Meter ganz oder theilweise bedeckt wird.

Das ganze, immense Gewicht der Construction von 590 Tonnen wird durch die mittleren Verticalpfosten auf die Trommel und von dieser auf den Centralzapfen oder auf die Laufräder übertragen. Die Regulirung dieser Vertheilung kann durch das Anspannen der Bolzen und Streben geschehen, durch welche der Ring an der obern Lagerbüchse des Antifrictionslagers aufgehangen ist. Die Trommel läuft auf 30 Rädern von 61 Centimeter Durchmesser und 30 Centimeter Breite. Die Drehung der Brücke erfolgt durch eine Frictionskuppelung, wobei gleichzeitig zwei Getriebe an entgegengesetzten Stellen in den gezahnten Kreis eingreifen, der am untern Theile der Trommel angebracht ist. Der Antrieb der Wellen wird durch eine Dampfmaschine mit zwei Cylindern von 20 Centimeter Durchmesser und 254 Millimeter Hubhöhe bewirkt, welche gleichzeitig auch das Druckwasser für die hier zur Verwendung gelangten hydraulischen Pressen liefert.

Wenn die Brücke ausgeschwenkt werden soll, so wird sie zunächst vermöge der vier hydraulischen Pressen, die unter den vier Verticalpfosten, welche unmittelbar über der Trommel stehen, angebracht sind, um circa 10 Centimeter gehoben. Diese Hebung ist mit Rücksicht auf die eintretende Durchbiegung der Träger so gewählt, dass dieselben hiedurch von ihren Widerlagern abgehoben werden und das Totalgewicht der Construction sich auf den mittleren Drehzapfen concentrirt. Nun erfolgt der Antrieb der Rädertransmissionen durch die Dampfmaschine und damit die Schwenkung der Brücke um den Pivot.

Ist die Brücke wieder in die Eisenbahntrace einzurücken, so wird sie zunächst so genau, als es der Drehmechanismus gestattet, in die Linie eingedreht; hierauf wird sie von automatisch

Details amerikanischer Drehbrücken.

Fig. 1 und 2. Typus der Keystone Bridge Co.

Fig. 1.

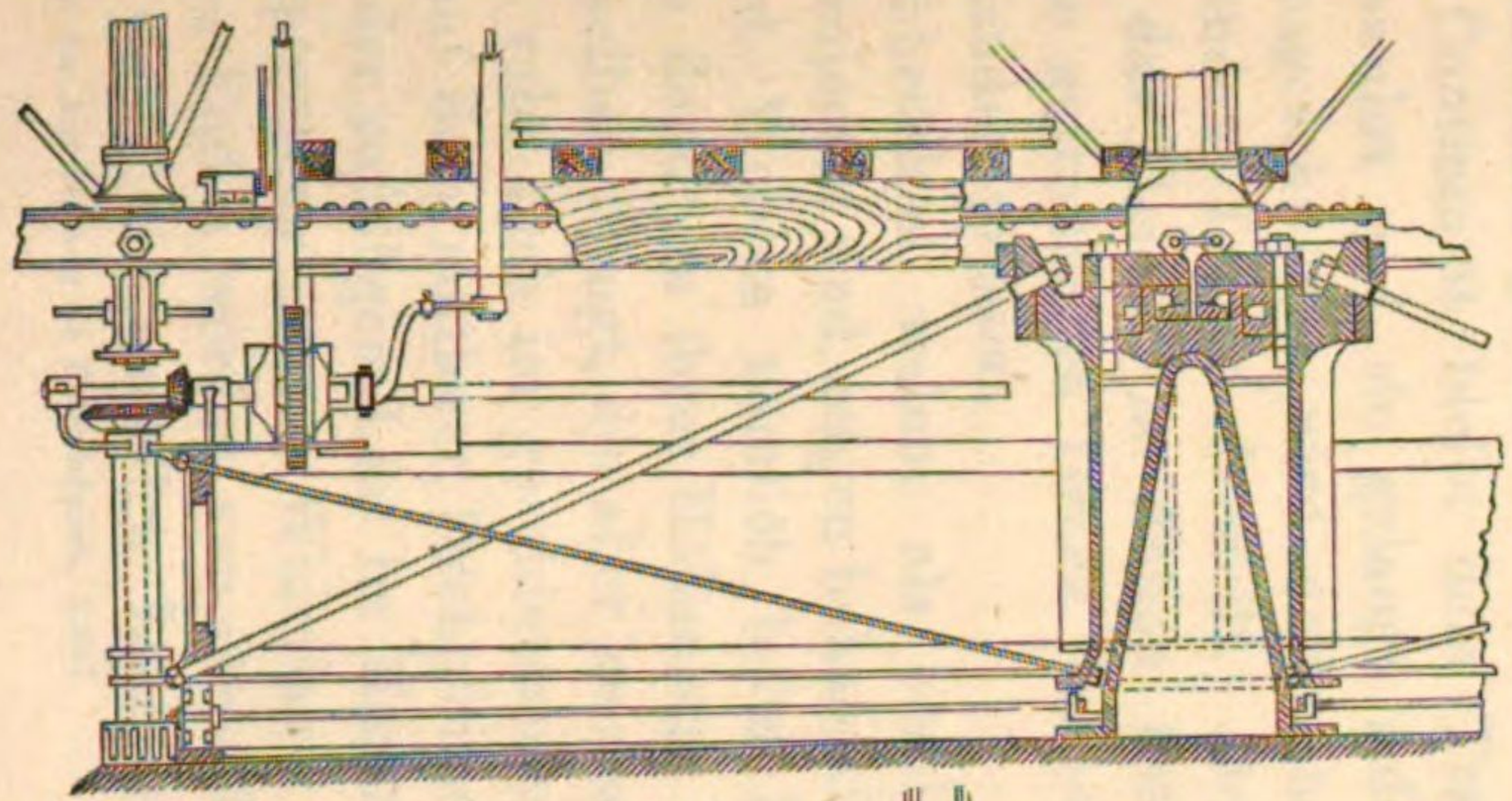
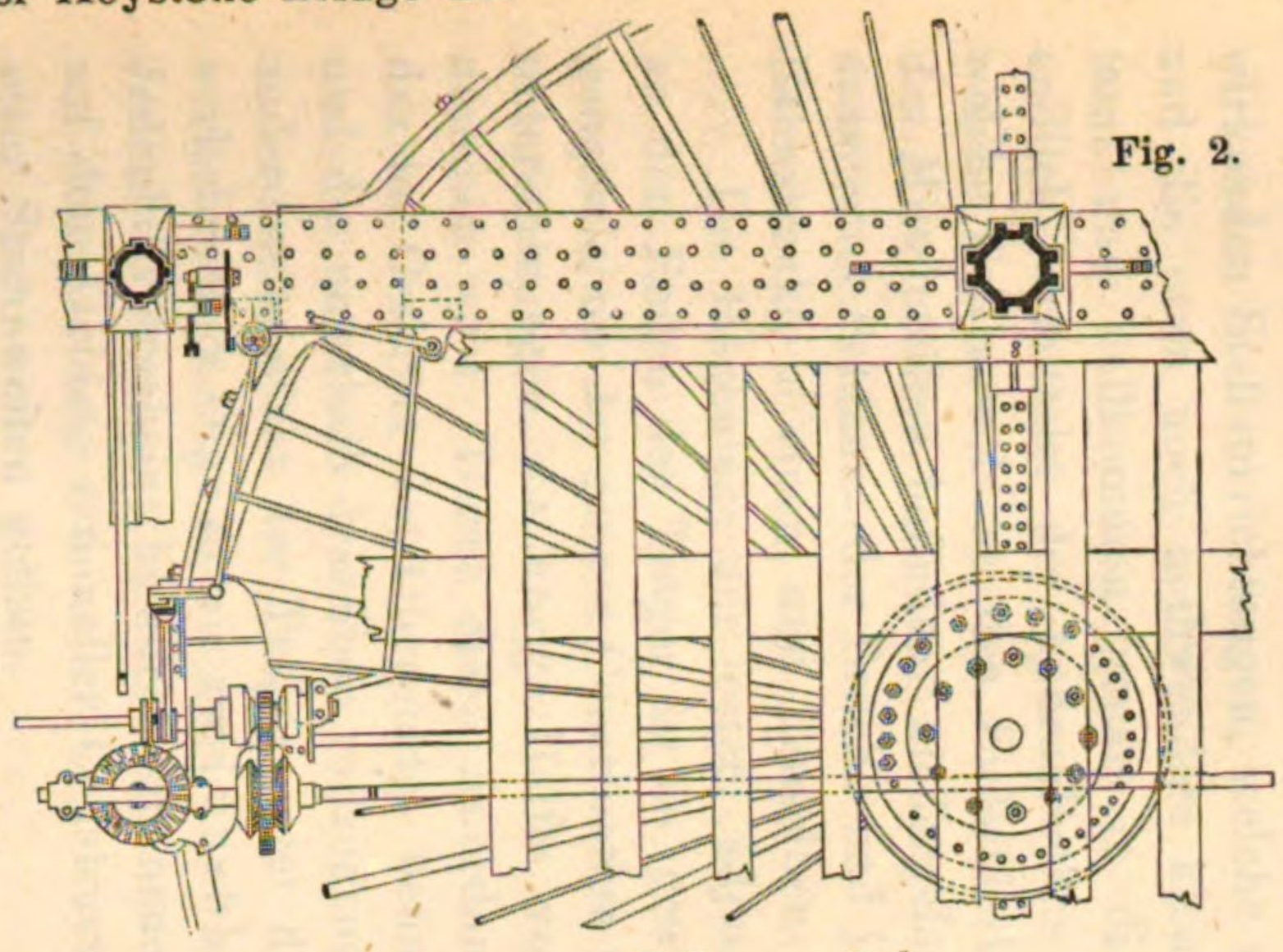


Fig. 2.



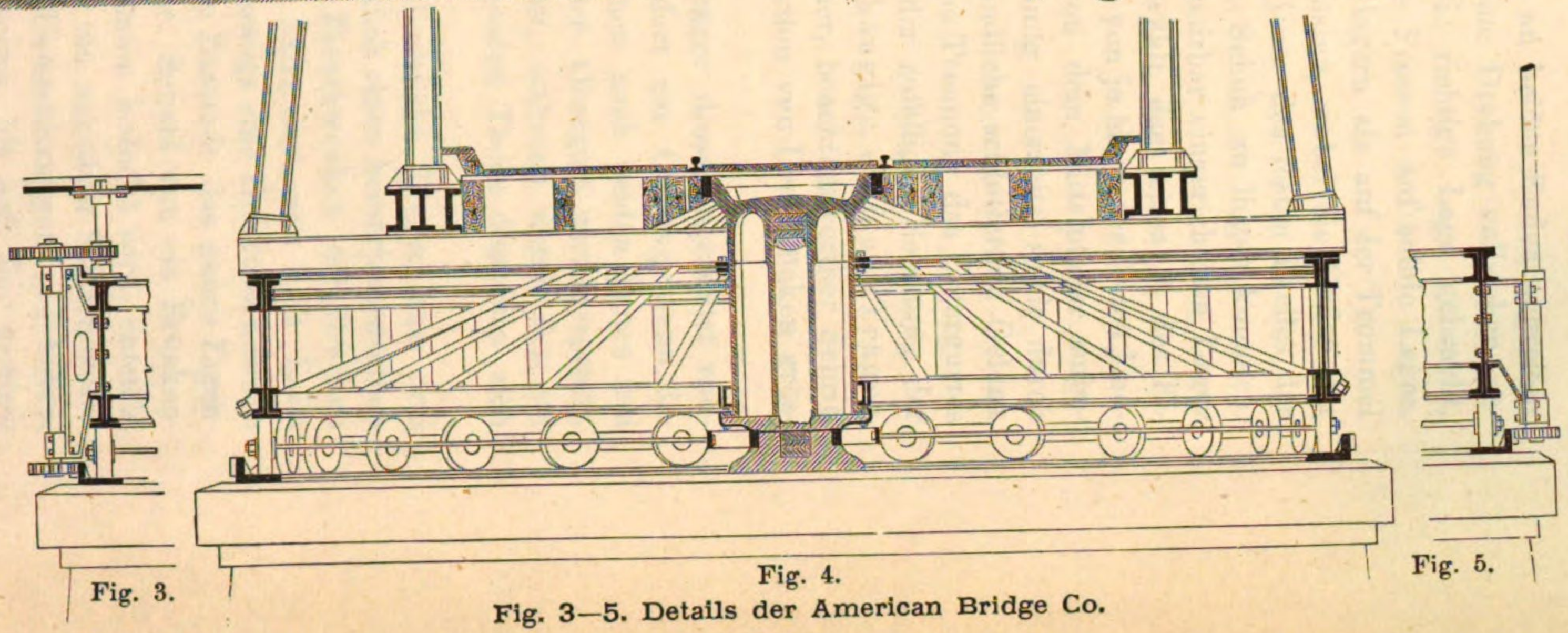
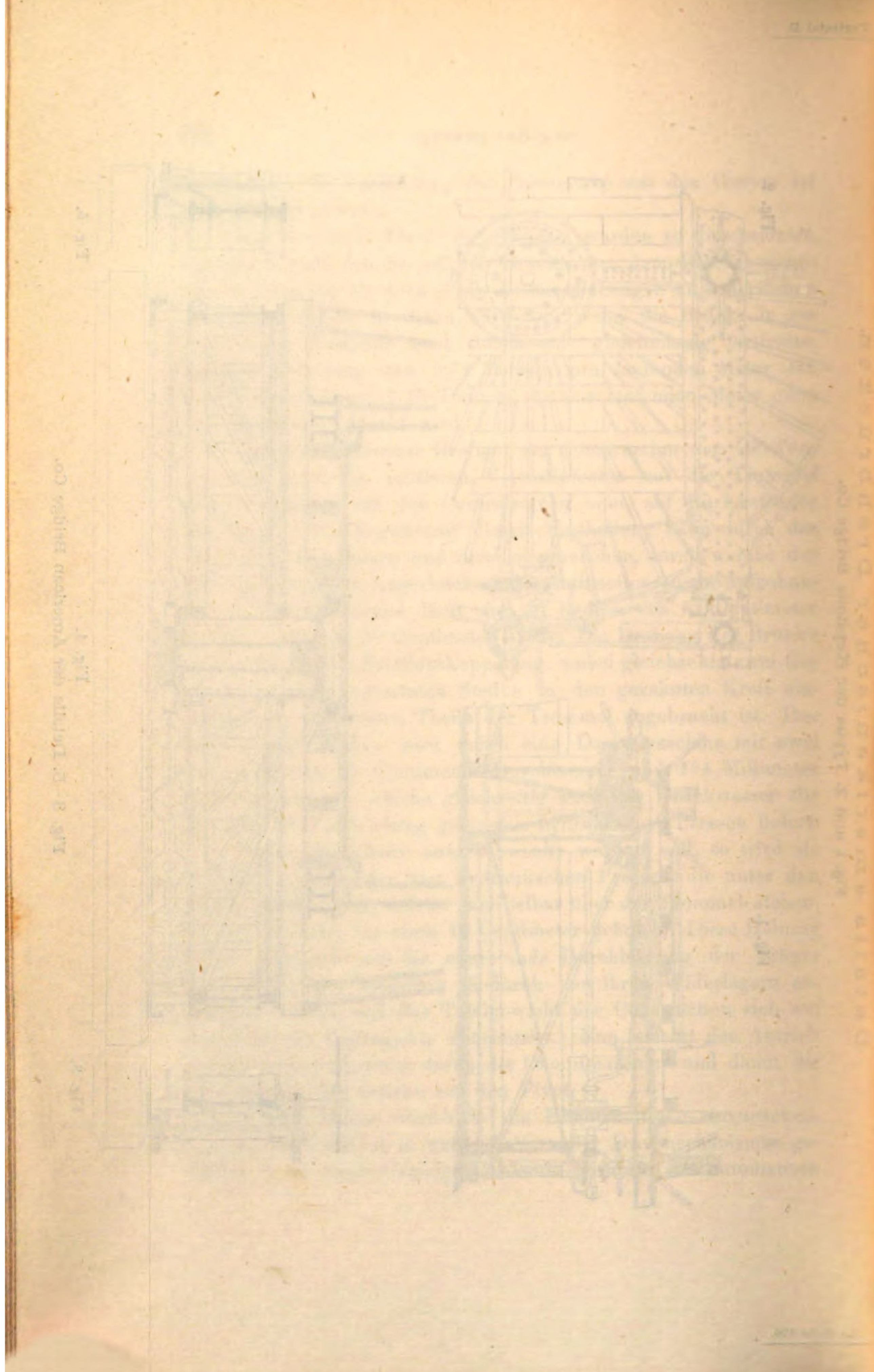


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 3—5. Details der American Bridge Co.



wirkenden Stellvorrichtungen, welche an beiden Enden angreifen und die etwa noch nothwendige kleine Drehung vollziehen, erfasst und vollkommen genau in die richtige Lage gebracht, endlich vermittelst der hydraulischen Pressen auf solide Lager, welche sich sowohl an den Endwiderlagern als auf der Trommel des Mittelpfeilers befinden, niedergelassen, wobei die Enden der äussersten Schienen der Brücke und jener des festen Theiles der Bahnstrecke in einen und denselben Schuh zu liegen kommen.

Die Höhenlage der festen, adjustirbar eingerichteten Lager an den Enden der Träger ist so gewählt, dass circa $^1/_4$ des Eigengewichtes der ganzen Construction von je einer der festen Endunterstützungen, die übrige Hälfte von dem Mittelpfeiler aufgenommen wird. Durch diese Anordnung einerseits, sowie durch das im Centrum des Obergurtes befindliche schlotternde Gelenk und die unterhalb desselben vollzogene Trennung des Untergurtes andererseits wirkt der Träger unter der zufälligen Belastung der verkehrenden Züge so wie zwei unabhängige, einfache Träger. Jedenfalls erscheint hiedurch ein neuer, beachtenswerther Schritt auf dem Gebiete rationeller Construction von Drehbrücken grösserer Spannweiten gethan.

Die Continuität bleibt dem Träger dessenungeachtet vollständig gewahrt und sie gelangt sofort zur Geltung, wenn die Brücke ausgeschwenkt wird und einen nach beiden Seiten frei überhängenden Träger darstellt. Der Obergurt wird gespannt, wodurch das Gelenk in Action tritt, während durch den im Untergurte auftretenden Druck die beiden Theile desselben sich fest aneinander pressen.

Drehbrücken, welche als continuirliche Träger über drei Stützen projectirt sind, zeigen bekanntlich einen bemerkenswerthen Uebelstand. Werden nämlich beim Einschwenken der Brücken die Enden derart in ihrer Höhenlage fixirt, dass man z. B. Keile unter dieselben bringt, die aber keineswegs eine Hubkraft äussern sollen, so ruht auch im geschlossenen Zustande das ganze Eigengewicht auf dem mittleren Drehpfeiler. Sobald nun ein Brückenfeld von der zufälligen Last im Maximum bedeckt wird, entsteht an dem entgegengesetzten Widerlager ein negativer Stützendruck: die Träger-Enden werden von ihren Unterstützungen abgehoben, und erst wenn die zufällige Last weiter, bis auf eine gewisse

Strecke über den Drehpfeiler hinaus vorgerückt ist, senkt sich das abgehobene Ende wieder auf sein Lager zurück. Wenn nun auch diese so verursachten Bewegungen nicht stossweise erfolgen, so müssen sie doch im Interesse einer vollständigen Sicherheit des Verkehrs, der Aufrechterhaltung der Stabilität und endlich einer Schonung der Constructionsglieder verhindert werden. In Amerika sind diesbezüglich mehrere Mittel zur Anwendung gekommen; das erste besteht in einer derartigen Construction des Widerlagers, dass dasselbe befähigt erscheint, solchen negativen Reactionen zu widerstehen, d. i. in einer Verankerung der Brücke mit jeder Endunterstützung. Dieses Mittel wird von der Baltimore Bridge Co. angewendet. Es wurde von dem Chef-Ingenieur derselben, Macdonald, zuerst empfohlen. Ein zweites beruht auf der nach dem Einschwenken vorzunehmenden Hebung der Endstützen, die so gross genommen werden muss, dass selbst bei ungünstigster Belastungsweise durch die passirenden Verkehrsmittel kein negativer Stützendruck resultiren kann. Wir finden dieses Princip in verschiedener Weise zur Ausführung gebracht und werden weiter unten Gelegenheit haben, auf die sinnreiche Art und Weise, in der die Phönixville Bridge Co. und die American Bridge Co. den gedachten Zweck bei ihren Bauwerken erzielen, zurückzukommen.

Wird nach dem Einschwenken eine Verankerung der Träger mit dem festen Widerlager vorgenommen, so ergeben sich, wenn diese Verbindung in Wirksamkeit tritt, ganz besondere Beanspruchungen der Träger, auf welche bei der Dimensionirung jedenfalls Rücksicht genommen werden muss, und welche die ohnehin schon umständliche Rechnung noch weiter compliciren. Erzeugt man hingegen durch Heben der Endunterstützungen einen bestimmten positiven Stützendruck, den man bei der Berechnung der Brücke als Voraussetzung zu Grunde gelegt hat, so muss man, wenn man die Träger unter allen Temperatursverhältnissen den supponirten Bedingungen unterworfen wissen will, auf eine nachträgliche Correction der Höhenlage bedacht sein. Die ungleiche Erwärmung des Ober- und Untergurtes erzeugt nämlich, wie wir ausführlicher in dem Capitel über Berechnungsdaten dargelegt haben, ebenfalls beträchtliche Aenderungen, die sich zunächst in einer Vergrösserung oder Verminderung der Endstützen-

reactionen äussern. Man ist daher gezwungen, auch bei geschlossener Brücke eine entsprechende Senkung oder Hebung der Träger-Enden vorzunehmen, was eine rationelle Construction der Auflager wesentlich erschwert.

Alle diese Uebelstände erscheinen durch die von der Keystone Bridge Co. bei der Raritanbay Swing Bridge angewendete Construction vollkommen vermieden. Der Einfluss einer verschiedenartigen Erwärmung beider Gurte ist durch den Umstand, dass die Brücke im geschlossenen Zustande zwei gänzlich von einander unabhängige, einfache Träger darstellt, vollständig aufgehoben, und der Stützendruck auf je eines der Widerlager bleibt unter allen Umständen $^1/_4$ des Eigengewichtes, wie er bei der Dimensionirung angenommen wurde.

Zur Anbringung der die Hebung bewirkenden hydraulischen Pressen unter den Centralpfosten anstatt unter die Träger-Enden, wodurch die Pressen das ganze kolossale Eigengewicht der Brücke zu überwinden haben, während sie im letzteren Falle nur die Hälfte desselben aufzunehmen hätten, hat sich die Gesellschaft hauptsächlich aus dem Grunde entschlossen, weil sie dadurch in die Lage versetzt wurde, starke hydraulische Pressen, die ihr von der Erbauung der St. Louis-Brücke in Händen geblieben waren, verwenden zu können. Die Anordnung von Pressen halber Tragkraft unter die Enden involvirt indessen auch den Gebrauch von Keilen, um das Gewicht der Züge zu unterstützen.

Die letztere Unterstützungsweise ist jedoch von der Keystone Bridge Co., wohl mit Rücksicht auf die geringere nothwendige Stärke der Pressen, bei dem grössten Theile der von ihr construirten Drehbrücken zur Ausführung gelangt. Hat man die Brücken-Enden nach dem Einschwenken in die gehörige Höhenlage gebracht, so werden sie in derselben durch Keile fixirt, welche, durch einen Hebelmechanismus vom Drehpfeiler aus dirigirt, unter die Träger geschoben werden und so denselben die nöthige Unterstützung darbieten.

Wir bringen auf der Texttafel E noch den Typus einer Drehscheibe, wie er von der genannten Gesellschaft fast ausschliesslich angewendet wird. Die Anordnung des Antifrictionszapfens ist Mr. Piper, dem General Manager der Company, patentirt.

Die Trommel ist durch ein System von Hängebolzen und Streben an der oberen Lagerbüchse aufgehangen; die untere sitzt auf einem festen, solid construirten Stützzapfen; beide sind sorgfältig mit Stahl gefüttert, zwischen ihnen läuft eine Reihe von Stahlkegeln, welche durch stählerne Spindeln in genau radialer Stellung erhalten werden. Ihre gegenseitige Entfernung ist dadurch vollkommen fixirt, dass die Spindeln am äusseren Ende in einen Stahlring eingelagert sind. In die Büchse wird geeignetes Schmiermaterial gebracht. Der Apparat wirkt so vortrefflich, dass nicht mehr als ein, höchstens zwei Mann erforderlich sind, um die Brücke durch ein System von Hebeln in Bewegung zu setzen; auch der Betrieb des Hebemechanismus kann entweder durch Maschinen oder vermittelst einer entsprechenden Hebelübersetzung durch Handarbeit bewerkstelligt werden. Dasselbe Princip ist mit Erfolg auch bei Drehscheiben zur Anwendung gekommen und verweisen wir in dieser Hinsicht auf die Abbildung in Pontzen's Bericht über das Eisenbahnwesen der Vereinigten Staaten.

Die Keystone Bridge Co. hat eine bedeutende Anzahl grosser Drehbrücken erbaut, so die zu Dubuque, Keokuk, Cansas City, Chicago, Cleveland, Middletown, Philadelphia, über welche wir weitere Angaben in einer am Schlusse dieses Capitels gegebenen Tabelle bringen.

Clarke, Reeves & Co. construiren den grössten Theil ihrer Drehbrücken als reine Parallelträger nach dem Systeme Linville mit aufgelagertem Untergurte und schiefen Endpfosten. Die gedrückten Stäbe sind als die bekannten Phönixville-Columns aus vernieteten oder anderweitig verbundenen Segmenteisen, die Zugstäbe aus Flacheisen gebildet, die an einem, gewöhnlich dem obern Ende, mit Schraubengewinden versehen sind, wodurch eine Adjustirung derselben ermöglicht ist.

Unter den zahlreichen, von dieser Gesellschaft construirten Pivotbrücken ragen vermöge der Grösse ihre Ausmasse die Hudson-River- und Albany-Brücken der New-York Central & Boston Albany Railroads hervor.

Von Interesse sind einige Verbesserungen, welche diese Gesellschaft hinsichtlich der Auflager vorgenommen hat und welche ihr patentirt sind; dieselben beziehen sich einerseits auf die Er-

möglichung des raschen Abhebens von den Widerlagern beim Aufschwenken und auf die schnelle Wiederherstellung einer festen Unterstützung, wenn die Brücke wieder in die Geleislinie gebracht werden soll; andererseits auf ein Selbstcentriren derselben, wodurch ein zeitraubendes Adjustiren unnöthig wird.

Beide Zwecke sind durch eine eigenthümliche Construction der Unterstützung der Endpfosten erreicht, welche von der Phönixville Bridge Co. in einem schönen Modelle auf der Weltausstellung zur Anschauung gebracht worden war.

Zur näheren Erläuterung derselben bringen wir in den Figuren 87 und 88 zwei Ansichten des Endtheiles der Drehbrücke, und zwar bezieht sich Fig. 87 auf den Moment, der dem Aufschwenken der Brücke unmittelbar vorangeht, Fig. 88 dagegen auf einen Zeitpunkt, in dem die Brücke ihre Function als Communicationsmittel über den Strom vollkommen erfüllt.

An den Enden der Brücke sind in der in Amerika üblichen Weise je zwei nebeneinanderliegende gewalzte Träger *A* von I-Form an den kastenförmig gestalteten Untergurt mittelst zweier Bolzen aufgehangen.

F stellt in der Zeichnung den unteren Theil des schiefen Endpfostens der Brücke dar.

An den Querträgern sind mittelst eines Zapfens vier, Kettengliedern ähnliche Stäbe befestigt, welche an ihrem unteren Ende wieder einen Bolzen aufnehmen, an dem vier ähnliche Kettenglieder aufgehangen sind. Letztere tragen vermittelst eines Bolzens zwei Rollen, welche in verticaler Richtung durch Backen eine Führung erhalten; diese Gleitbacken sind mit der unteren Fläche der Querträger *A* fest verschraubt.

Durch die Kettenglieder erscheinen vier Kniehebel gebildet, die einen gemeinsamen Centralzapfen besitzen. Von diesem gehen nun zwei Stangen *G* aus, welche mit dem anderen, augenförmig gestalteten Ende charnierartig einen Bolzen umfassen, der von zwei an dem Querträger *A* aufgehangenen Armen getragen wird. Die Verbindung der Arme mit den Querträgern ist als eine gelenkige construirt. Die Mitte des erwähnten Verbindungsbolzens wird von einer starken Stange *J* umfasst, deren anderes Ende wieder charnierartig mit an der Schraubenmutter angegossenen Backen verbunden ist. Die Schraubenmutter findet eine Führung in entsprechenden, zwischen den Querträgern angebrachten Theilen, und steht durch ein ganz dem beschriebenen ähnlich gestaltetes System von Stangen und Gelenken mit den Kniehebelpaaren, welche das auf demselben Widerlager befindliche Ende des zweiten Hauptträgers unterstützen, in Verbindung. Die Mutter umschliesst eine verticale Schraubenspindel *K*, welche in entsprechende, mit *A* fest verbundene Constructionstheile so eingelagert ist, dass sie zwar einer Rotation um ihre Achse fähig ist, in verticalem Sinne jedoch einer Bewegung nicht unterworfen

werden kann. Wird die Schraube *K* in Bewegung versetzt, so ist die Mutter gezwungen, in verticaler Richtung auf- und abzusteigen, und das Spiel der Kniehebel beginnt. Der Antrieb der Schraube *K* kann nun durch irgend welchen Mechanismus, auch durch Aufstecken eines Schraubenschlüssels an den

Fig. 87.

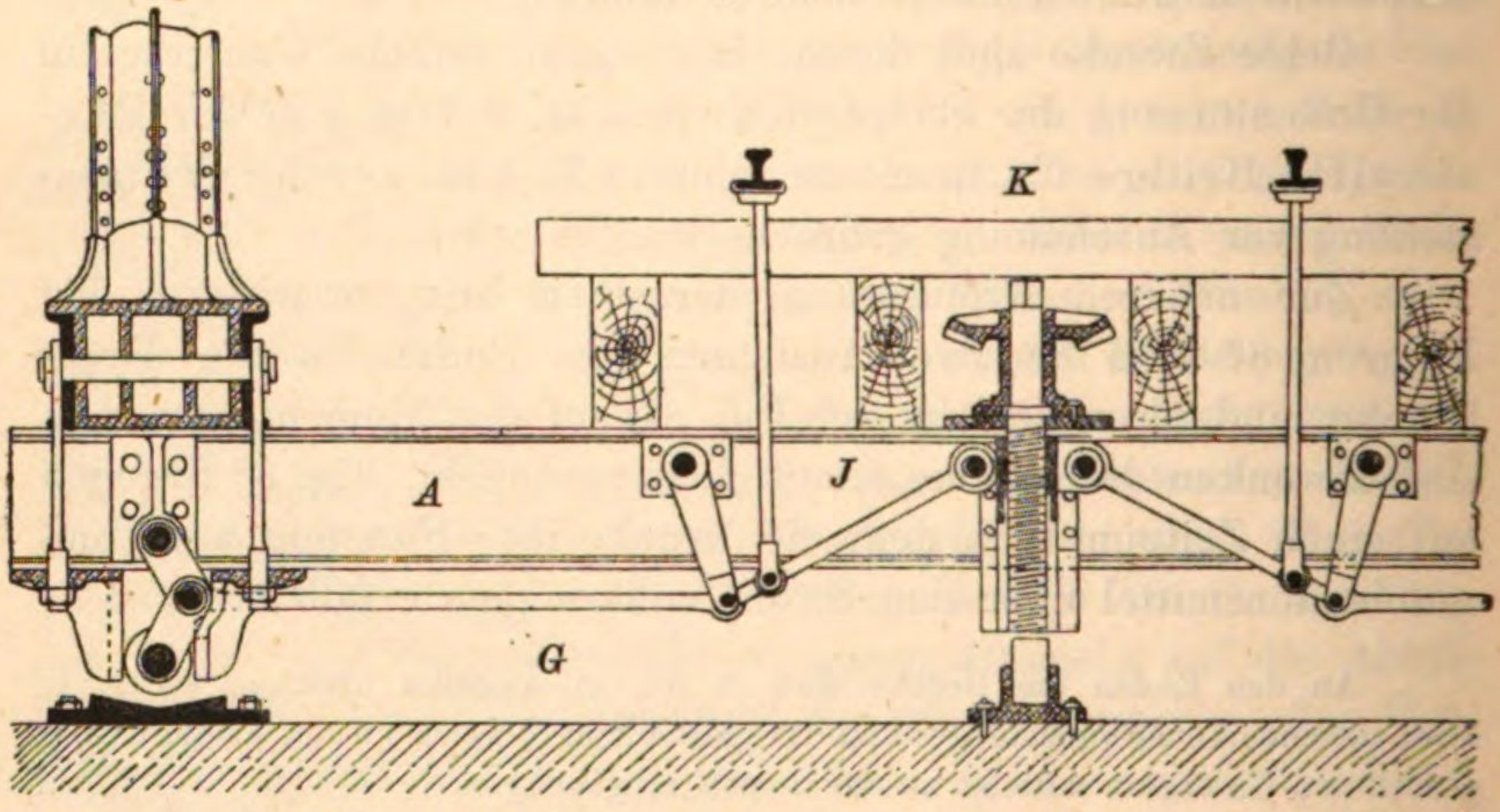
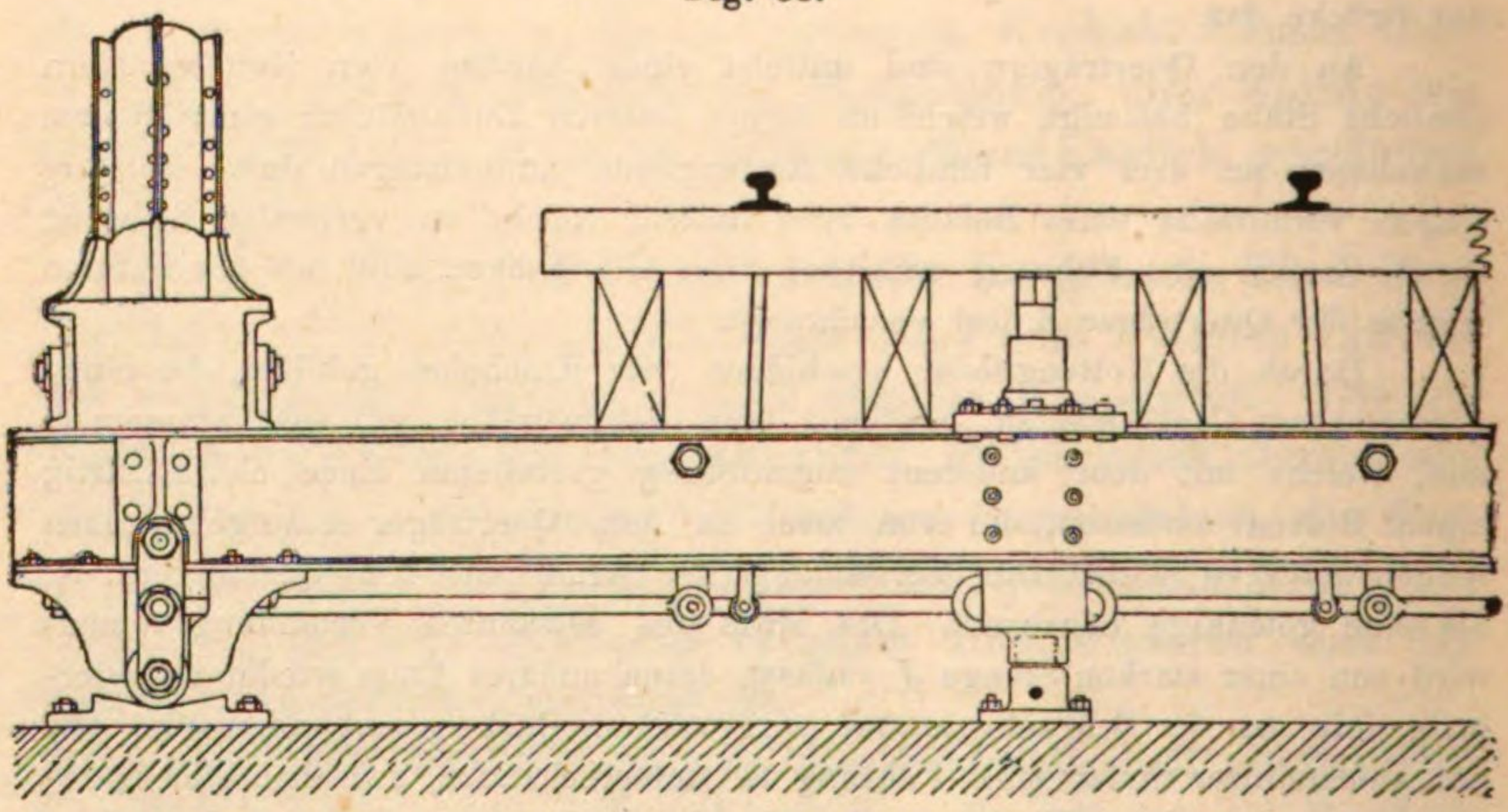


Fig. 88.



Schnitt und Ansicht der Endadjustirungs-Vorrichtung der Phönixville Bridge Works.

vierkantig gestalteten Kopf derselben geschehen; die Phönixville Bridge Works haben jedoch in zweckmässiger Weise die Bedienung sämmtlicher vier Auflagerpunkte des Trägers centralisirt, indem sie den Antrieb beider Schrauben *K* gleichzeitig mittelst einer unter der ganzen Brücke hinlaufenden Stange

geschehen lassen, welche mittelst einer Zahnradübersetzung die Drehung bewerkstelligt. Der soeben beschriebene Mechanismus bewirkt zugleich auch die behufs eines Drehens der Brücke nothwendige Hebung der Schienen. Dieselbe erfolgt durch die Stangen, welche mit den Zugstangen *J* durch Gelenke verbunden sind und an ihrem oberen Ende die Schienen tragen. Die Laschenconstruction, welche an dem letzten Stosse auf dem beweglichen Brückenfelde angeordnet ist, ist derart beschaffen, dass sie eine solche Hebung der äussersten Schiene, respective eine verticale Drehung um den Laschenbolzen gestattet. Im geschlossenen Zustande ruhen die Enden der äussersten Schienen des beweglichen Theiles und des anstossenden festen Geleises in je einem Schienenstuhle, welcher derart construirt ist, dass die Coincidenz der Schienen-Enden vollkommen gewahrt, ein in verticaler Richtung erfolgendes Hinausheben der beweglichen Schiene aber ermöglicht ist. Dieser Stuhl bildet einen Theil des fixen Geleises und ist als solcher fest mit dem Widerlager, respective Pfeiler verbunden.

Wie man aus der Zeichnung entnehmen kann, liegen, wenn die Brücke eingeschwenkt und für den Verkehr der Züge frei ist (Fig. 88), die Rollen, welche am unteren Ende der Kniehebel an jedem Auflagerpunkte der Träger sich befinden, in der Höhlung einer Platte, deren Innenflächen einen stumpfen Winkel miteinander bilden, und welche auf dem betreffenden Widerlager oder Pfeiler fixirt ist. Dabei kommen die Arme der Kniehebel in eine verticale Linie und gewähren dadurch dem Träger ein festes Auflager, da ein seitliches Ausweichen des Centralzapfens durch das Verbindungsgestänge vollkommen verhindert erscheint. Soll nun die Brücke ausgeschwenkt werden, so werden durch die unter der ganzen Brücke hinlaufende Stange die Schrauben *K* in Drehung versetzt, die Schraubenmuttern steigen aufwärts und das Gestänge übt auf den Kniehebel einen Zug in der Richtung des Pfeiles aus. In Folge dessen steigen die Rollen zwischen den Führungsbacken in die Höhe und die Brücke erscheint ihrer Auflager beraubt. Diese Drehung, respective Hebung der Walzen wird so lange fortgesetzt, bis die ganze Brücke nur mehr auf dem Mittelpfeiler und auf den dort befindlichen Unterstützungen, dem Pivot und dem Rollenkranze, aufruht, bis aber auch, nach erfolgter Durchbiegung der Träger, welche in Folge des Aufruhens auf einem mittleren Punkte jetzt eintritt, die Rollen über die Platte hinweggehen können. Gleichzeitig damit erfolgt auch das Herausheben der Schienen-Enden aus dem Schienenstuhle, und die Dimensionirung des Gestänges und der Hebel ist eine derartige, dass mit der Ermöglichung eines Hinweggehens der Walzen über die Platte auch eine vollständige, eine Drehung gestattende Hebung der Schienen über ihren Stuhl erreicht ist. Ist dies geschehen, so kann die Drehung der ganzen Construction um den Pivot anstandslos vor sich gehen.

Soll die Brücke geschlossen und für den Verkehr der Züge wieder in ihre ursprüngliche Stellung gebracht werden, so wirkt der Mechanismus in umgekehrter Weise. Die Brücke wird durch die am Mittelpfeiler angebrachten Apparate zuerst so lange gedreht, bis die Walzen über der Platte zu liegen kommen. Es wird zwar nur in den seltensten Fällen möglich sein, die Drehung soweit zu treiben, dass die Rollen sich gerade über der Höhlung der

Platte befinden, allein es genügt, wenn sie über derselben liegen und das weitere centrische Einstellen wird durch das oben beschriebene Gestänge bewirkt, welches hierauf seine Thätigkeit beginnt. Die Schrauben K werden nämlich in einer der vorher beschriebenen entgegengesetzten Richtung in Drehung versetzt, die Schraubenmuttern L steigen an ihr herab und auf den Centralbolzen des Kniehebels wird ein Druck ausgeübt, welcher die Walzen zwischen den Führungsbacken hinabdrängt. Kommen dieselben nun einmal auf irgend eine Stelle der Platte zu liegen, so werden sie einerseits durch den fortgesetzt wirkenden Druck des Hebels, andererseits durch eine aus der Neigung der Platte von dem sie belastenden Trägergewichte sich ergebende Componente so lange an der schiefen Fläche hinuntergeschoben, bis sie an die tiefste Stelle der Höhlung zu liegen kommen. Die Einrichtung ist derart getroffen, dass in diesem Augenblicke auch die Schienen gerade vertical über dem Stuhle sich befinden. Ein fortgesetztes Drehen der Schraube bewirkt ein Heben der Träger-Enden bis zu jener Höhe, welche sie vor der Manipulation eingenommen haben, und ein Herabsteigen der Schienen in ihren Stuhl, bis sie in demselben vollkommen aufsitzen und hiedurch zur Coincidenz mit denen des festen Geleises gebracht sind.

Man ersieht daraus, dass durch den die Kniehebel bewegenden Mechanismus gleichzeitig auch die Schienen in der erforderlichen Art gehandhabt werden, und dass durch diesen Apparat in ebenso einfacher als sinnreicher Weise ein Selbstcentriren der Brücke erreicht und dadurch eine Reihe von Unglücksfällen verhütet erscheint, die sich aus einem Nichtübereinstimmen der Geleise an den Enden von Drehbrücken in so vielen anderen Fällen ereignet haben.

Durch die getroffene Einrichtung, dass die Enden der Träger nach erfolgter Centrirung durch den Antrieb des Gestänges noch um einen gewissen Betrag gehoben werden, bis die Kniehebel zu festen Unterstützungen für die Träger-Enden geworden sind, wird aber noch ein weiterer Vortheil erzielt. Der Umstand, dass die aus der Einzelauflagerung am Mittelpfeiler sich ergebende Durchbiegung vollständig oder doch theilweise aufgehoben wird, bewirkt eine positive Reaction der Endauflager, welche dem späteren Verhalten des continuirlichen Trägers bei dem Verkehre von Zügen über denselben insofern zu Gute kommt, dass die bei einseitigen Belastungen an den entgegengesetzten Enden entstehenden negativen Stützenreactionen paralysirt werden und ein Abheben von den Stützen verhütet erscheint. Da ferner in jedem einzelnen Falle die Grösse der von den Kniehebeln aufgenommenen Durchbiegung vollkommen genau bestimmt werden kann, so kann man hieraus einen Schluss auf die Grösse der entstehenden Stützendrücke ziehen und dieselben bei der Berechnung des continuirlichen Trägers in fachgemässer Weise berücksichtigen.

Andererseits ist es aber auch ermöglicht, die Constructionstheile des Mechanismus so zu dimensioniren, dass in praxi ein gewisser, im Vorhinein bestimmter Stützendruck, den man der Berechnung der Brücke zu Grunde gelegt, zur Geltung gelangt, und die Träger factisch unter jene Bedingungen zu bringen, die man als Voraussetzungen bei der Bemessung seiner einzelnen Theile eingeführt hat.

Der Antrieb zur Drehung der ganzen Brücke erfolgt entweder durch Handarbeit oder durch eine aufgestellte Maschine; in jedem Falle besorgt die Triebkraft auch das Antreiben der Stange, welche unter der ganzen Brücke hinläuft und den Gang des oben beschriebenen Mechanismus bewirkt.

Bei den Brücken der genannten Gesellschaft erscheint durch Anwendung ihres patentirten Apparates eine Hebung entweder der ganzen Brücke durch am Mittellager angebrachte, oder der Träger-Enden durch an den Endauflagern befindliche hydraulische Pressen, zu deren Anbringung sich andere bedeutende Brückenbaucompagnien entschlossen haben, als unnöthig.

Bezüglich der Auflagerung der Brücke auf die Drehvorrichtung ist das allgemein in Amerika herrschende Princip befolgt, die mittleren Verticalpfosten, gewöhnlich zwei oder drei in jedem Träger, auf starke Längsträger zu setzen, welche, in Verbindung mit entsprechenden Querträgern, einen Rahmen bilden, der auf einem stark construirten eisernen Ringe, der Trommel, aufruht. Die Einrichtung ist meist so getroffen, dass die äussersten, vom Längsträger noch unterstützten Säulen gerade über die Durchschnittspunkte des Rahmens mit der Trommel zu liegen kommen.

Die Trommel selbst ist durch ein System von Zugstangen und Streben an der oberen Pfanne des Drehzapfens (Pivot) aufgehangen. Durch Schrauben an den Enden dieser Verbindungsstäbe ist eine Adjustirung in der Art ermöglicht, dass das Trägergewicht in gewünschter Weise ganz oder theilweise entweder von dem Pivot oder den Laufrädern, welche die Trommel unterstützen, aufgenommen wird.

Der eigentliche Zapfen, um den sich die ganze Brücke dreht und der die Führung während der Bewegung ertheilt, hat sein oberes Lager in der erwähnten Pfanne, sein unteres in einem starken Stützzapfen, der mit dem Mauerwerke des Drehpfeilers solid verbunden ist. Die Laufräder, in der Anzahl von 30 bis 40, sind durch, vom Stützzapfen radial ausgehende Spannstangen in gehöriger Entfernung von demselben gehalten und behufs Fixirung ihrer gegenseitigen Distanz mit ihren Achsen, als welche jene Spannstangen erscheinen, in einen schmiedeisernen Ring eingelagert. Die Räder laufen auf Stahlschienen.

Eine eigenthümliche Anordnung des Mauerwerks, die von der Phönixville Bridge Co. bei vielen ihrer Drehbrücken angebracht wurde, besteht darin, dass sie längs des Umfanges des Pfeilers einen erhöhten Mauerwall errichtete und auf diesen den Rollkranz setzte. Dadurch wird die Höhe des schmiedeisernen Ringes um ein Beträchtliches vermindert und eine nicht unwesentliche Ersparniss in den Anlagekosten erzielt.

Wir wenden uns nun zu einer dritten, grossen Brückenbaugesellschaft, der American Bridge Co., welche die grössere Anzahl der zahlreichen Drehbrücken construirt hat, die als Theile in die Ueberbrückungen des Missouri- und Mississippistromes eingefügt sind, um den freien, unbehinderten Verkehr für die Schifffahrt auf diesen Flüssen herzustellen. Durch eine sorgfältige Rücksichtsnahme auf die Theorie und Verbindung derselben mit den gemachten Erfahrungen hat es diese Compagnie zu einer hohen Vollkommenheit in dem Baue und der Construction von Drehbrücken gebracht.

Wir wählen behufs Darlegung der von ihr befolgten Constructionsprincipien die von ihr erbaute Missouribrücke zu Atchison, Kansas, welche eine Drehbrücke von 111·25 Meter Gesammtlänge aufweist, und beziehen uns in der Beschreibung auf die Figuren 3 bis 5 der Texttafel E, welche wir dem in der Universal-Exhibition aufliegenden illustrirten Album der American Bridge Co. entnehmen, und zwar stellt Fig. 4 einen Querschnitt in der Mitte des Drehpfeilers, Fig. 3 und 5 Details des Triebwerkes dar.

Die Brücke, welche zugleich dem Eisenbahn- und Strassenverkehre dient, ist als continuirlicher Träger über zwei Feldern mit Linville'schem Gitterwerke und schiefen Endpfosten construirt, die Obergurte steigen gegen die Mitte hin nach geraden Linien an, und zwar beträgt die Trägerhöhe an den Enden 10·68 Meter. Beide Gurte sind als kastenförmige, unten offene Träger von ⊤⊤-Form continuirlich durchgehend, die gezogenen Theile des Gitterwerkes als Augenstäbe, die gedrückten Verticalpfosten als Druckstäbe von ⊢⊣-Form construirt, und hat die Gesellschaft, wie bei ihren festen Brücken, so auch hier eine gelenkförmige Verbindung des Gitters mit den Gurtungen angeordnet.

Die Querträger sind an dem Untergurte aufgehangen; die am oberen und unteren Gurte angebrachte Windverstrebung, sowie die Querversteifungen an ersterem sind, den thatsächlichen Beanspruchungen mehr entsprechend, von einer grösseren Stärke, als wir es sonst bei amerikanischen Brückenbauten zu finden gewohnt sind.

In den Details der Verbindungen der einzelnen Theile erscheint übrigens jener Typus zur Durchführung gebracht, den die genannte Gesellschaft auch für ihre festen Gitterbrücken adoptirt hat.

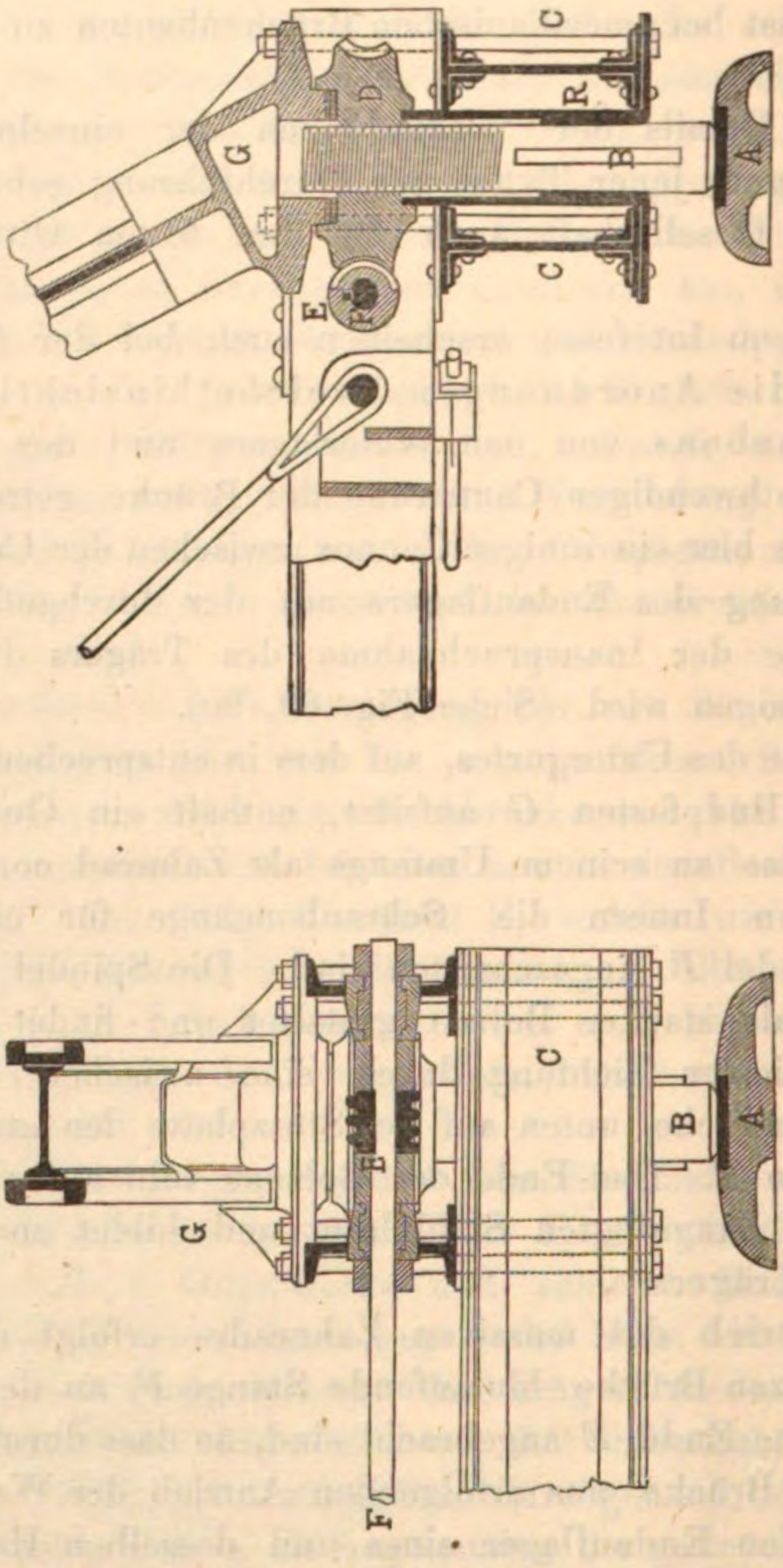
Von hohem Interesse erscheinen auch bei der American Bridge Co. die Anordnungen, welche hinsichtlich eines raschen Abhebens von den Widerlagern und der beim Einschwenken nothwendigen Centrirung der Brücke getroffen sind, umsomehr, als hier ein inniger Connex zwischen der Construction und Handhabung des Endauflagers mit der durchgeführten Berechnungsweise der Inanspruchnahme des Trägers in Berücksichtigung gezogen wird. (Siehe Fig. 89, 90).

Das Ende des Untergurtes, auf dem in entsprechender Weise der schräge Endpfosten *G* aufsitzt, enthält ein Gussstück *D* eingelagert, das an seinem Umfange als Zahnrad construirt ist und in dessen Innern die Schraubengänge für eine starke Schraubenspindel *B* eingeschnitten sind. Die Spindel ist im unteren Theile als starker Bolzen gestaltet und findet eine Führung in verticaler Richtung durch eine zwischen den Querträgern *C* befindliche, unten auf der Stützplatte der letzteren aufsitzende Röhre *R*. Das Ende des Bolzens ruht auf einer in die Lagerplatte *A* eingefügten Stahlplatte und bildet so das Endauflager des Trägers.

Der Antrieb des massiven Zahnrades erfolgt durch eine unter der ganzen Brücke hinlaufende Stange *F*, an deren Enden Schrauben ohne Ende *E* angebracht sind, so dass durch den, von der Mitte der Brücke aus erfolgenden Antrieb der Welle gleichzeitig die beiden Endauflager eines und desselben Hauptträgers dirigirt werden.

Durch eine Drehung der Stange *F* wird zunächst das Zahnrad *E* in Bewegung versetzt; da eine Bewegung des Zahnrades, d. i. der Schraubenmutter, in verticaler Richtung unmöglich ge-

macht ist, so steigt der Bolzen B zwischen seinen Führungen in die Höhe und die Auflagerung der Träger an den Endpfeilern erscheint aufgehoben. Dieses Aufsteigen des Bolzens wird nun



so lange fortgesetzt, bis der Träger die in Folge seines alleinigen Aufsitzens auf dem Mittellager durch das Eigengewicht entstehende Durchbiegung vollkommen angenommen hat. Die Höhe des Bolzens ist so bemessen, dass in diesem Augenblicke noch kein

Anstreifen der Trägertheile an die Lagerplatte stattfindet und demgemäss eine Drehung der ganzen Brücke anstandslos vorgenommen werden kann. Soll der Träger wieder eingeschwenkt werden, so wird nach erfolgtem Zurückdrehen zuerst eine Centri-

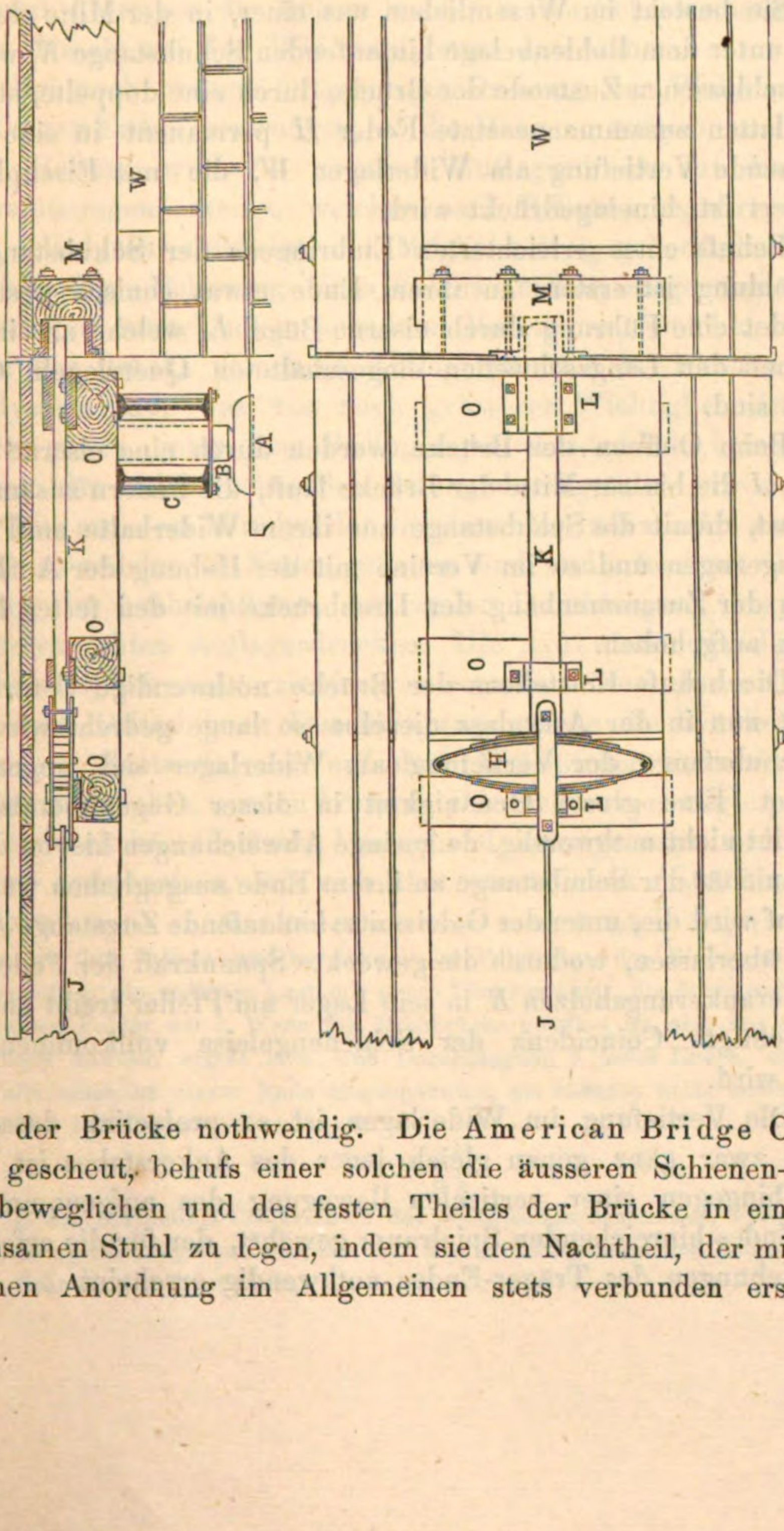


Fig. 90. Centrirungs-Vorrichtung für Drehbrücken der American Bridge Co.

rung der Brücke nothwendig. Die American Bridge Co. hat sich gescheut, behufs einer solchen die äusseren Schienen-Enden des beweglichen und des festen Theiles der Brücke in einen gemeinsamen Stuhl zu legen, indem sie den Nachtheil, der mit einer solchen Anordnung im Allgemeinen stets verbunden erscheint,

richtig erkannte, dass nämlich die Schienen hiebei sehr leicht der Gefahr eines Verbiegens oder Zerbrechens ausgesetzt sind. Dem entsprechend ist die von ihr angewendete Verbindungsconstruction zur Herstellung der Coincidenz ganz unabhängig von den Schienen des festen Geleises.

Sie besteht im Wesentlichen aus einer, in der Mitte des Geleises unter dem Bohlenbelage hinlaufenden Schubstange *K*, welche im geschlossenen Zustande der Brücke durch eine doppelte, starke, aus Platten zusammengesetzte Feder *H* permanent in eine entsprechende Vertiefung am Widerlager *W*, die mit Eisenplatten gefüttert ist, hineingedrückt wird.

Behufs eines erleichterten Einbringens der Schubstange in die Höhlung ist erstere an ihrem Ende etwas conisch gestaltet; sie findet eine Führung durch eiserne Bügel *L*, welche an einigen, zwischen den Längsschwellen eingeschalteten Querriegeln *O* befestigt sind.

Beim Oeffnen der Brücke werden durch eine eiserne Zugstange *J* die bis zur Mitte der Brücke läuft, die Federn zusammengepresst, damit die Schubstange aus ihrem Widerhalte am Pfeiler herausgezogen und so im Vereine mit der Hebung der Auflagerbolzen der Zusammenhang der Drehbrücke mit den festen Bahntheilen aufgehoben.

Die behufs Einstellens der Brücke nothwendige Centrirung erfolgt nun in der Art, dass dieselbe so lange gedreht wird, bis die Schubstange der Vertiefung am Widerlager sich gegenüber befindet. Eine grosse Genauigkeit in dieser Gegenüberstellung erscheint nicht nothwendig, da geringe Abweichungen hievon durch die Conicität der Schubstange an ihrem Ende ausgeglichen werden. Hierauf wird die, unter der Geleismitte hinlaufende Zugstange *J* sich selbst überlassen, wodurch die geweckte Spannkraft der Federn *H* den Verankerungsbolzen *K* in sein Lager am Pfeiler treibt und die beabsichtigte Coincidenz der Schienengeleise vollkommen erreicht wird.

Die Vertiefung im Widerlager ist so projectirt, dass ihre Breite zwar ganz genau gleich jener des Ankerstabes ist, ihre Höhe hingegen einer verticalen Bewegung des aufgenommenen Stab-Endes hinreichenden Spielraum gewährt, der für die erfolgenden Hebungen des Träger-Endes nothwendig erscheint.

Ist in der beschriebenen Weise die Centrirung der Brücke vorgenommen, so erfolgt die Wiederherstellung der Endunterstützungen der Brücke durch die Bolzen *B*. Es werden jetzt die Wellen *F* in entgegengesetzter Richtung wie früher in Bewegung versetzt und in Folge der Uebertragung derselben durch das Zahnrad *E* steigen die Bolzen wieder in der Schraubenmutter *D* herab, bis sie auf den Widerlagsplatten aufsitzen.

Bei noch weiter fortgesetzter Drehung der Welle werden die Träger-Enden gezwungen, in die Höhe zu steigen, und durch diese Hebung wird ein positiver Auflagerdruck auf die Endunterstützungen erzeugt, welcher nach Belieben regulirt werden kann. Hiedurch erscheint die Möglichkeit gegeben, die durch eine einseitige Belastung eines Feldes an dem entgegengesetzten Widerlager entstehenden negativen Reactionen, welche ein Abheben der Brücke von ihren Auflagerpunkten bewirken würden, paralysiren und, was von noch grösserer Wichtigkeit ist, den Träger genau unter jene Bedingungen thatsächlich bringen zu können, für welche seine Berechnung durchgeführt wurde.

Ein auf dem Mittelpfeiler angebrachter Index zeigt die Höhe an, bis zu welcher die Enden gehoben sind, und erleichtert die Herstellung der beabsichtigten, restirenden Durchbiegung, respective des gewünschten Auflagerdruckes. Die American Bridge Co. hat ihre Adjustirungsvorrichtung so construirt, dass durch dieselbe circa zwei Drittel jener Durchbiegung, welche die Brücke in unbelastetem Zustande, nur auf dem Mittelpfeiler aufruhend, annimmt, aufgehoben werden können. Der hiedurch erzeugte positive Stützendruck ist vollständig hinreichend, etwaige negative Reactionen zu compensiren, wie sich theoretisch leicht feststellen lässt.

Wir nehmen an, dass wir es mit einem continuirlichen Träger von zwei Feldern zu thun haben und bezeichnen im Folgenden das Eigengewicht der Brücke mit g, die zufällige Last mit p pro Längeneinheit, die Spannweite jedes der beiden Felder mit l. Wenn die Drehbrücke geöffnet ist, also nur auf dem Mittellager aufruht, ergibt sich eine Durchbiegung δ jedes Endes, die nach dem Falle eines, an einem Ende eingespannten, am anderen nicht unterstützten Trägers zu beurtheilen ist, und zwar:

$$\delta = {}^1/_8 \frac{g\, l^4}{E\, T},$$

wobei E den Elasticitäts-Coëfficienten des betreffenden Materiales, T das Trägheitsmoment des Trägerquerschnittes auf die, zur Längsachse des Trägers senkrechte Schwerachse bezeichnet.

Werden nun nach erfolgtem Einschwenken die Träger-Enden durch die Adjustirungsvorrichtung um $(\delta - s)$ gehoben, so dass eine Durchbiegung s verbleibt, so haben wir den Fall eines continuirlichen Trägers mit zwei Stützen vor uns, wobei die Mittelstütze um s über der durch die Endauflager gelegten Horizontalen sich befindet. Die hiedurch an den Endauflagern entstehende negative (nach abwärts gerichtete) Reaction wird bekanntlich, wenn wir sie mit D_0' bezeichnen,

$$D_0' = -3\frac{E\,W\,s}{l^3},$$

der an der Mittelstütze entstehende positive Stützendruck D_1'

$$D_1' = 6\,\frac{E\,W\,s}{l^3}.$$

Bei einer gleichen Höhenlage aller drei Stützen würden durch das Eigengewicht der Brücke in den beiden End- und dem Mittellager Reactionen D_0'', bezüglich D_1'' entstehen, welche gegeben erscheinen durch die Gleichungen:

$$D_0'' = {}^3/_8\ gl$$
$$D_1'' = {}^{10}/_8\ gl.$$

Die bei der ungleichen Höhenlage der Stützen vom Eigengewichte verursachten Stützendrücke D_0 und D_1 ergeben sich hienach durch die Summirung der entsprechenden Glieder mit

$$D_0 = D_0' + D_0'' = {}^3/_8\ gl - 3\,\frac{E\,W\,s}{l^3}$$

$$D_1 = D_1' + D_1'' = {}^{10}/_8\ gl + 6\,\frac{E\,W\,s}{l^3}.$$

Wir machen ferner die Annahme, dass die nach erfolgter Adjustirung noch vorhandene Durchbiegung s an den Enden $\frac{1}{n}$ von δ betrage, also

$$s = \frac{1}{8\,n}\cdot\frac{gl^4}{EW}.$$

Setzen wir diesen Werth in die früher gefundenen Gleichungen ein, so erhalten wir

$$D_0 = {}^3/_8\cdot\frac{n-1}{n}\cdot gl.$$

$$D_1 = {}^1/_4\cdot\frac{5\,n+3}{n}\cdot gl.$$

Durch die gleichmässige Maximalbelastung eines der beiden Felder wird an der entgegengesetzten Endstütze eine negative Reaction D_0''' hervorgerufen, welche gegeben ist durch

$$D_0''' = -{}^1/_{16}\ p\ l,$$

und der an dieser Stütze factisch auftretende Auflagerdruck D_0'''' wird

$$D_0'''' = D_0''' + Do = {}^1/_{16}\left[6\,\frac{n-1}{n}\,g - p\right]l.$$

Von Interesse erscheint es nun, zunächst zu berechnen, für welche restirende Durchbiegung s D_0'''' gleich o wird, d. h. wie viel der ganzen Durchbiegung δ von der Adjustirungsvorrichtung aufgehoben werden müsse, um auch im un-

günstigsten Belastungsfalle gerade noch ein Aufsitzen auf den Stützen zu bewirken. Zu diesem Zwecke setzen wir $D_0'''' = o$ und erhalten damit

$$n = \frac{6\,g}{6\,g - p}.$$

Wir geben nun im Folgenden die für eine Reihe von Spannweiten berechneten Werthe von n und legen dabei die, amerikanischen Angaben entnommenen Werthe g der approximativen Eigengewichte und die landesüblichen zufälligen Belastungen p zu Grunde. Demnach wird für

l =	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	Meter
g =	1·12	1·19	1·27	1·34	1·53	1·72	1·82	1·88	2·22	2·76	Tonnen pro lfd. Meter
p =	5·2	4·46	4·46	4·46	4·31	4·31	4·31	4·17	4·17	4·17	" " " "
n =	3	2·7	2·4	2·2	1·9	1·7	1·65	1·6	1·5	1·3.	

Es muss also in den einzelnen Fällen bezüglich circa $^2/_3$, $^{17}/_{27}$, $^7/_{12}$, $^6/_{11}$, $^9/_{19}$, $^7/_{17}$, $^7/_{17}$, $^3/_8$, $^1/_3$, $^3/_{13}$ der ganzen Durchbiegung bei alleiniger Auflagerung auf der Mittelstütze von der Adjustirungsvorrichtung aufgenommen werden.

Die American Bridge Co. pflegt nun, wie wir bereits oben erwähnt, die Hebung der Endauflager so weit zu treiben, dass ungefähr $^2/_3$ der durch das Eigengewicht bei offener Brücke entstehenden Senkung durch die Adjustirung wieder aufgehoben werden, und wie wir aus den oben ermittelten Werthen entnehmen können, ist dieses Mass vollkommen hinreichend, wenigstens bei Drehbrücken von 15 Meter Spannweite eines Feldes und darüber, um unter allen Umständen ein festes Aufsitzen auf den Widerlagern zu bewirken.

Alle von der American Bridge Co. erbauten Eisenbahn-Drehbrücken sind als continuirliche Träger construirt und ihre Dimensionirung unter der Annahme durchgeführt, dass bei voll belasteter Brücke die Mittelstütze um einen bestimmten, mit der Spannweite und der Grösse der Last etwas veränderlichen Betrag über der Horizontalen durch die Endauflagerpunkte zu liegen komme. Mit dieser Anordnung ist ausser dem oben erwähnten Vortheile noch ein anderer verbunden, dass nämlich die Widerlager etwas schwächer construirt werden können als in anderen Fällen.

Die Centralpfosten des Gitterwerkes haben stets eine solche Lage, dass sie unmittelbar über vier symmetrisch liegenden Punkten der Trommel zu stehen kommen; letztere ist ganz aus Schmiedeisen construirt und von hinreichender Stärke, um die Last auf eine entsprechende Anzahl von Hängestäben, mit denen die Trommel wieder an der oberen Pfanne des Pivot aufgehangen ist, oder von Rollen zu übertragen.

Der Pivot selbst ist bei der Atchison-Brücke von einer bedeutenden Stärke, so dass ihm recht wohl ein grosser Theil des

Brückengewichtes bei der Drehung aufgebürdet werden kann und ihm hier weniger die Rolle einer Führung zugewiesen zu sein scheint. Dieser Umstand begünstigt nur die leichtere Drehung der Räder (wheels), die nothwendige Regulirung der Druckvertheilung ist durch eine Adjustirung der Aufhängestäbe durchführbar. Letztere ist durch die schraubenförmig gestalteten Enden der Spannstangen ermöglicht. Die untere Pfanne des Pivot ist ein massives, auf dem Pfeiler solid befestigtes Gussstück.

Eine andere stärkere Construction der Drehscheibe wendet die American Bridge Co. für grössere Eisenbahndrehbrücken an. Es wird dann kein eigentlicher Drehzapfen (Pivot) mehr angebracht; an seiner Stelle befindet sich ein hoher, starker, hohl gegossener Stützzapfen, welcher fest mit dem Mauerwerke durch eine Fundamentplatte verbunden ist. Er bildet in seinem oberen Theile die Lagerschale für einen starken Gusskörper, an dem die Trommel aufgehangen ist. Die Verbindung der Hängestäbe geschieht dadurch, dass sie zwischen zwei fest auf dem Gussklotz sitzende Schmiedeisenplatten durch Bolzen gefasst werden. Die weiteren Absteifungsstreben der Trommel finden ihre Befestigung an einem starken, mit dem Lagerkörper fest verschraubten Schmiedeisencylinder. Die 32 Rollen laufen auf Stahlschienen.

Schliesslich wollen wir noch in kurzen Worten den Typus der eisernen Strassenbrücken beschreiben, der von der American Bridge Co. zur Anwendung gebracht wird, und halten uns in dieser Beziehung an eine zu Chicago erbaute, über den Chicagofluss führende Drehbrücke von 45·6 Meter Gesammtspannweite, von der wir Abbildungen und Details in dem uns zugesendeten Album der Compagnie gegeben fanden.

Bei derselben sind gekrümmte, continuirliche Gurte von TT-Form mit gelenkförmiger Verbindung der Gitterstäbe zur Durchführung gelangt. Das Gitterwerk ist nach Pratt's System angeordnet.

Bei dieser wie bei ähnlichen Strassenbrücken, welche sehr oft geöffnet werden müssen, für welche sogar im Interesse der möglichst geringen Belästigung des Publicums eine gesetzliche Bestimmung existirt, dass sie höchstens zehn Minuten lang geöffnet bleiben, dann aber mindestens auf kurze Zeit wieder geschlossen werden müssen, um den angesammelten Strom der Passagiere hinüber verkehren zu lassen, erscheinen keine besonderen End-

adjustirungen angebracht, und motivirt die American Bridge Co. dies ganz richtig damit, dass es hier an der zu einer solchen Adjustirung erforderlichen Zeit gebreche. Die Unterstützung an den Widerlagern erfolgt durch Rollen, deren Achsen in Stühlen angebracht sind, und die Brücke läuft mit einem geringen Zwischenraume auf dieselben auf. Wenn nun auch jener Nachtheil, der mit einer solchen Anordnung, wo auf die Endunterstützungen vom Eigengewichte kein Stützendruck entfällt, bei Eisenbahnbrücken immer verbunden ist, nämlich der eines Abhebens von den Stützen durch einseitige Belastungen, hier wegen des grösseren Gewichtes und der geringeren Last weniger oder gar nicht fühlbar ist, so hat doch der nothwendige, geringe Spielraum zwischen Auflagerrolle und Träger einen anderen, schädlichen Einfluss im Gefolge. Bei einer, gegen die Brückenmitte unsymmetrischen Belastung durch die passirenden Wagen schwankt die Brücke um eine horizontale Achse, und die Widerlager wie die Bahnconstruction erscheinen fortwährenden Erschütterungen ausgesetzt, welche auf den Bestand derselben von unleugbar zerstörendem Einflusse sein müssen.

Die Centrirung der Brücken erfolgt in der Regel durch Sperrklinken, welche sie in ihrer Bewegung hemmen. Die Anzahl der angebrachten Rollen ist hier meistens kleiner als bei Eisenbahnbrücken; die oben genannte Brücke zählt deren 20. Ebenso ist die Construction der Trommel und des Pivots eine, den geringeren Beanspruchungen conform schwächere.

Ausser den Drehbrücken finden wir in den Vereinigten Staaten auch noch andere Systeme beweglicher Brücken in Anwendung; wir verweisen hinsichtlich eines sehr interessanten Beispieles auf die von Whipple construirte Hubbrücke zu Utica*) etc. Im Allgemeinen treten jedoch alle übrigen Bauten dieser Art gegen die weitaus überwiegende oben beschriebene Anordnung zurück.

Wir bringen im Anschlusse auf den nächsten Seiten eine Zusammenstellung bedeutenderer Drehbrücken, von denen wir, so weit es unsere Quellen gestatteten, noch Erbauer, Gesammtlänge und Eigengewicht anführen.

---

*) Siehe „Zeitschrift für Bauwesen" 1876.

Bezeichnung der Brücke	Bauunternehmung	Gesammtlänge in Metern	Eisenbahn- oder Strassenbrücke	Total-Eigengewicht in Tonnen	Eigengewicht pro lfd. Meter in Tonnen
„Raritan Bay"-Brücke der New-York und Long Branch R. R. Co. bei South Amboy . .	Keystone Bridge C.	143·9	E.-Br.1gl	535·25	3·72
Mississippi-Brücke bei Louisiana (Jowa)		134·7	E.-Br.1gl.	544·2	4·04
Mississippi-Brücke zu Keokuk (Jowa)	Keystone B.C.	114·7	E.-Br.2gl.	410·0	3·574
Missouri-Brücke der Chicago & Atchison Bridge Co. (sog. „Atchison-Brücke")	American B. C.	112·8	E.- u. Str.-Br.		
Mississippi-Brücke bei Rock-Island	Baltimore B. C.	112·2		682·7	6·085
Mississippi-„Quincy-Brücke" der Western Illinois B. C. . . .	Amerıçan B. C.	111·3	E.- u. Str.-Br.		
Mississippi-Brücke der Chicago & North-Western Railway C., sog. „Winona-Brücke" . . .	American B. C.	111·3	E.-Br.		
Mississippi-Brücke der Chicago Milwaukee & St. Paul R. R. „La crosse bridge"	American B. C.	109·7	E.-Br.		
Kansas City-Brücke	Keystone B.C.	109·5	E.-Br.1gl.		
Mississippi-Brücke, sog. „Dubuque-Brücke"	Keystone B.C.	108·6	E.-Br.1gl.		
Arkansas River-Brücke der St. Louis Iron Mountain & So. R. R. Co., sog. „Little rock-Brücke"	American B. C.	107·0	E.-Br.		
Genessee-Brücke bei Charlotte N. Y.		94·5			
Brücke der Cuyahoga Co. zu Cleveland, Ohio	Keystone B.C.	93·3	E.-Br.1gl.		
Salt River-Brücke		92·4		182·3	1·974
Trinity River-Brücke der Houston & Great Northern R. R. Co. Texas	American B. C.	91·4	E.		
Mississippi-Brücke der Chicago, Milwaukee & St. Pauls Rw. Co. sog. „Hastings-Brücke" . .	American B. C.	91·4	E.-Br.		

Bezeichnung der Brücke	Bauunternehmung	Gesammtlänge in Metern	Eisenbahn- oder Strassenbrücke	Total-Eigengewicht in Tonnen	Eigengewicht pro lfd. Meter in Tonnen
Connecticut River-Brücke bei Middletown, Connecticut . .	Keystone B.C.	91·4	E.-Br.1gl.		
Tennesse River-Brücke . . .		87·5		173·3	1·981
Cumberland-Brücke		86·6		172·8	1·996
Green River-Brücke		86·3		179·2	2·076
White-River-Brücke		85·6		182·9	2·137
Cumberland-Brücke bei Nashville		85·3		175·5	2·057
Hudson-Brücke bei Albany . .		83·5			
Brücke über den Louisville-Fluss		80·5		237·2	2·946
Great red River-Brücke . . .		80·2		172·5	2·151
Drehbrücke Nr. 4 der New-Orleans Mobile & Chattanooga R. R.	Keystone B.C.	71·6	E.-Br.1gl.		
Brücke der Fort Wayne Pittsburgh & Chicago R. R. zu Chicago	Keystone B.C.	68·6	E.-Br.1gl.		
Brücke zu Newark der New-Jersey & Transportation Co. .	Keystone B.C.	64·9			
Little red River-Brücke . . .		62·2		148·2	2·382
Trinity-Brücke der International R. R. Co., Texas	American B. C.	61·0	E.-Br.		
Drehfeld der South Street-Brücke in Philadelphia . .	Phönixville Iron Works	60·3	Str.-Br.	400	6·633
Taunton River-Brücke der I. Old Colony R. R. Co. . . .	American B. C.	54·9	E.- u. Str.-Br.		

An die beweglichen Brücken würde sich nicht unzweckmässig die Beschreibung der in der Union üblichen Kriegsbrücken-Systeme reihen lassen. Der Umstand, dass dieselben in jüngster Zeit (1877) in den Publicationen des österr. militär-wissenschaftlichen Vereines eingehende Besprechung gefunden, enthebt uns der Pflicht, hier näher auf dieselben zurückzukommen.

N. DAS GEWICHT DER BRÜCKEN.

Griffon und Clarke geben in ihrem im zweiten Capitel citirten Aufsatze über bei Brückenbauten anzunehmende Belastungen und zulässige Inanspruchnahmen über das Eigengewicht nachstehende Daten:

Spannweite		Eigengewicht	
Fuss	Meter	Pfund engl. pro laufend. Fuss	Tonnen pro laufend. Meter
unter 12	3·66	500	0·744
von 12 bis 17	3·7 bis 52	550	0·818
„ 17 „ 25	5·2 „ 7·6	625	0·930
„ 25 „ 50	7·6 „ 15·2	700	1·042
„ 50 „ 83	15·2 „ 25·3	800	1·192
100	30·5	900	1·339
110	33·5	1000	1·488
125	38·1	1135	1·689
150	45·7	1225	1·823
175	53·3	1300	1·935
200	61·0	1500	2·232
225	68·6	1700	2·530
350	76·2	2000	2·976
300	91·4	2400	3·572
350	106·7	3000	4·465
400	121·9	4000	5·953

Wir bringen im Nachstehenden nähere Angaben über die auf der Erie-Bahn bestehenden Brücken:

Tabelle eise

von Clarke, Reves & Comp. construirt. Alle haben eiserne Querträger, die Schienenlän
Meter Geleises, das in der Rubrik für das Eigengewicht nicht mit eingeschlossen ist, beträ
Quadrat-Centimeter festgesetzt, ausgenommen hievon sind die Eisen, an denen die Querträ
stäbe und der Obergurt sind aus Phönix-Eisen construirt, welche bei einem Verhältniss des
mit 281 bis 562 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter zulässige Druckspannung berechnet wu
allen angeführten Brücken sind zwei Träger vorhanden. — Die mit * bezei

Jahr der Erbauung	Name der Brücke	Bahn oben oder unten	Anzahl der Geleise	Lichte Weite	Abstand der Träger	Wi ge Fl ac
1875	Brücke über den Ottawa River der Montreal and Ottawa Railway	B. o.	1	15·2	3·05	
1875	San Paul & Rio Janeiro in Brasilien	B. u.	1	20·0	4·57	
1872	*Hudson-Brücke bei Albany der N. Y. Central Railroad	„	2	21·3	8·84	
1870	Baileyville-Brücke Boston & N. Y. Air Line . .	B. o.	1	24·1	3·05	
1872	Little Wabash-Brücke der Ohio und Mississ. Railway	B. u.	1	28·0	4·88	
1872	Greenbriar-Brücke der Chesapeake & Ohio Railway	B. o.	1	30·5	3·05	
1875	*Brücke der New Orleans & Mobile Railway . .	B. u.	1	31·7	4·57	
1875	*Ticonic-Brücke der Maine Central Railway . . .	„	1	33·8	4·88	
1872	Greenbriar-Brücke der Chesapeake & Ohio Railway	B. o.	1	36·6	3·05	
1874	Lenoxville-Brücke der Grand Trunk Railway . .	B. u.	1	36·0	4·88	
1874	*Biddeford-Brücke Eastern of Massachusetts . . .	„	1	39·6	4·88	
1873	Little Androscoggin-Brücke Grand Trunk Railway	B. o.	1	41·1	3·35	
1875	Norwich Talls-Brücke der Norwich & Worcester Rail.	B. u.	1	44·2	4·87	
1870	Chester Creek, P. W. & B.	„	2	45·7	7·92	
1875	*Ottawa River-Brücke Montreal & Ottawa Railway	„	1	45·7	4·88	
1869	La Salle-Brücke der Illinois Central Railway . .	B. o.	1	46·9	3·66	
1875	Lewiston-Brücke der Maine Central Railway . .	B. m.	1	49·1	4·88	
1872	Medora-Brücke der Ohio & Mississippi Railway .	B. u.	1	48·8	4·88	
1874	*Ticonic-Brücke der Maine Central Railway . . .	„	1	51·8	4·88	
1872	Scottville-Brücke der Ohio & Mississippi Railway .	„	1	52·4	4·88	
1875	*Thamesville-Brücke der G. W. von Canada . . .	„	2	54·9	8·84	
1872	*Hudson-Brücke zu Albany der N. Y. Central Railway	„	2	53·9	8·53	
1874	Ristigouche-Brücke Intercolonial von Canada . .	„	1	61·0	5·49	
1874	*Miramachi-Brücke Intercolonial von Canada . .	„	1	61·0	5·49	
1874	*Waterville-Brücke der Maine Central Railway . .	„	1	61·0	4·88	
1875	*Ottawa River-Brücke der Montreal & Ottawa Rail.	„	1	61·0	4·88	
1872	New River-Brücke Chesapeake & Ohio Railway .	„	1	76·2	4·88	
1875	Susquehanna River-Brücke der P. W. & B. . . .	„	1	76·5	4·88	
1876	*Susquehanna River-Brücke der P. W. & B. . . .	„	1	93·6	4·88	
1874	*Niagara-Brücke bei Lewiston	B. u. B. o.	1 Bahn 1 Stras.	182·9	9·14	

Zu Seite 198.

räger bestehen ausser in den eigens notirten Fällen aus Holz. Das Gewicht pro laufenden ·60 Tonnen. Die grösste Inanspruchnahme des Eisens auf Zug ist mit 703 Kilogramm pro hängen, welche mit 527 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter berechnet wurden. Die Druck-rchmessers zur Länge von $^1/_{12}$ bis $^1/_{15}$ mit 562 bis 703, bei einem solchen von $^1/_{20}$ bis $^1/_{40}$ n. Die angegebenen Fälle ausgenommen sind überall schiefe Endpfosten durchgeführt. In eten waren auf der Ausstellung durch Abbildungen oder Modelle vertreten.

1	Anzahl der Knoten-weiten	Entfer-nung der Knoten-punkte	Höhe der Träger	Ein-faches oder doppel-tes System	Zufällige Last in Tonnen pro laufenden Meter		Eisen-gewicht pro laufen-den Meter in Tonnen	Anmerkung
					für die Träger	für die Feld- u. Fahr-bahn		
5	3·35	5·33	1		5·95	5·95	0·884	Aufrechte Endpfosten.
7	3·00	3·00	1		4·46	6·70	0·900	
7	3·05	2·44	1		8·93	8·93	2·114	Eiserne Längsträger und Fusswege.
8	3·20	3·05	1		5·95	5·95	1·167	Aufrechte Endpfosten.
8	3·66	7·32	2		4·46	5·36	1·000	
8	3·96	3·96	1		3·72	5·36	0·948	„ „
8	4·07	7·32	2		3·72	5·95	0·925	
8	4·38	8·76	2		3·72	5·95	0·975	
9	4·14	4·88	1		3·72	5·21	1·063	„ „
9	3·84	7·92	2		3·72	5·95	1·101	„ „
10	4·04	8·07	2		3·72	5·95	1·080	
11	3·84	6·71	2		3·72	5·95	1·146	
11	4·00	8·07	2		4·46	5·95	1·354	Eiserne Querträger.
11	4·27	8·53	2		3·72	5·21	1·964	
11	4·27	8·53	2		3·72	5·95	1·244	
13	3·81	6·71	2		3·72	5·21	1·283	
12	4·16	8·53	2		3·72	5·95	1·420	Aufrechte Endpfosten, Bahn in der Mitte.
11	4·52	8·53	2		3·72	5·36	1·205	
12	4·38	8·53	2		3·72	5·95	1·274	
12	4·47	8·53	2		3·72	5·36	1·299	
10	5·50	10·36	2		6·70	11·91	2·887	Eiserne Querträger.
15	3·68	7·32	2		8·93	8·93	3·847	„ „
14	4·49	8·53	2		4·16	5·36	1·697	„ „
14	4·49	8·53	2		4·16	5·36	1·644	„ „
14	4·49	8·53	2		3·72	5·95	1·601	
14	4·42	8·53	2		3·72	5·95	1·614	
17	4·57	9·14	2		2·98	5·21	1·911	
14	5·54	10·67	2		3·33	5·21	2·115	„ „
17	5·54	10·67	2		3·33	5·21	2·820	„ „
31	9·45	27·43	4		5·95	5·95	9·971	Entwurf (nicht ausgeführt).

Tabellarische Angaben über die Brücken der Erie Railway.

Tabelle IV.

Nr.	Ort	Beschreibung	Jahr der Errichtung	Erbauer	Anzahl	Lichte Spannweite	Totallänge	Winkel mit dem Fluss	Zahl der Träger	Einfach oder doppelt geleisig	|—| Weite	Höhe von C zu C	Gewicht des Eisens ohne Ueberconstruction und Holzbelag	Gewicht pro laufenden Meter lichte Weite Tonnen		Rollende Last Tonnen pro Meter	Sicherheitsgrad	Anmerkung
														eingeleisig	zweigeleisig			
				Oestliche Abtheilung.														
$3^1/_2$	Rutherford-Park . . .	Blechbrücke, Bahn in Mitte	1875	Watson M. C. . .	1	12·5	13·4	90°	4	doppelt	2·4	0·9	15·1	0.604	1·20	11·90	5	
4	Passaic River	Drehbrücke	1874	Baltimore Bridge C.	1	61·3	106·1	90°	2	„	8·99	6·55 / 10·20	127·6		2·08	8·92	.	
		Gitterbrücke, Bahn oben	—		1	43·0		90°	3	„	3·05	4·01	103·5		2·15	8·92	.	
$4^3/_4$	Road Paterson	Blechträger, Bahn unten.	1873	Watson M. C. . .	1	15·2	16·5	90°	3	„	4·27	1·52	18·1		1·19	9·67	6	
5	Passaic River.	Post-Träger, Bahn unten	—	„ . . .	2	34·8	110.6	64°	2	„	8·63	6·40	195·7		1·69	8·92	6	
					1	40·2												
8	Mahwah River	—	1873	„ . . .	1	15·2		—	3	„	4·88	2·58	29·0		—	8·92	6	
12	Ramapo River	Blechträger, Bahn oben .	1875	Niagara B. Works .	2	9·45	20·7	65°	4	„	2·4	0·9	17·78		0·94	11·90	5	
20		Prattträger, Bahn unten .	1874	Phillipsburgh . .	1	22·3	23	90°	2	„	9·0	6·1	36·5		1·63	8·92	—	Mit Bollers Patent Verbindungen durchgeführt.
30	Chehunk Ck.-Brücke . .	Genieteter-Träger, B. ob.	1875	Niagara Bridge W.	1	12·8	13·7	90°	3	„	3·0	1·5	11·5		0·90	8·92	5	
32	Wallkill Canal Brücke .	Prattträger, Bahn unten .	1874	Baltimore Brdg. Co.	1	32·0	32·6	90°	2	„	8·68	7·6	62·8		1·96	8·18	—	
	„ . .	Blechträger, Bahn oben .	1874	Phillipsburgh . .	1	12·5	13·4	90°	3	„	3·05	1·2	11·5		0·92	11·16	5	
33	„ . .	Bahn oben.	1870	Watson M. C. . .	2	32·3	64·6	90°	4	„	—	—	—		—	—	—	
				Flügel nach Newburgh.														
4	Salisburg Creek . . .	Prattträger, Bahn unten .	1875	Kellogg & Maurice	1	32·3	33·2	—	2	1geleis.	4·9	7·3	35·4	1·10		4·46	5	
5	Washingtonville . . .		1874	Phillipsburgh . .	1	43·9	44·5	45°	2	„	4·8	7·3	47·1	1·07		4·46	5	
				Delaware Division.														
2	Delaware River	Bahn unten	1872	Kellogg & Maurice	1	42·67			2	doppelt	8·99	7·32				8·03	5	
	„ „	Bahn oben	1875	Watson M. C. . .	1	46·6			2	„	6·10	5·18	123·7		2·65	8·03	5	
	„ „	„ „	1875	„	1	46·6		78°	2	„	6·10	5·18	123·9		2·65	8·03	5	
	„ „	„ „	1875	„	1	46·6		—	2	„	6·10	5·18	124·2		2·65	8·03	5	
	„ „	„ „	1875	„	1	49·76			2	„	6·10	5·18	141·5		2·84	8·03	5	
5	Lackawaxen River . . .	Gitterbrücke, Bahn unten	1874	C. Macdonald . .	1	40·23	41·15	33°	2	„	8·93	7·32	88·9		2·20	8·18	5	
	„ „ . . .	System Pratt, Bahn oben	1874	Watson M. C. . .	1	14·63	146·91	90°		„	5·94	2·44	13·6		0·93			
		System Post, Bahn oben .	1874	„	2	39·62		84°		„		4·88	226·8		1·90	8·92	6	
		„ „ „ .	1874	„	1	39·93		84°		„		4·88			1·91			
		Gitterträger, „ „ .	1874	„	1	9·29		90°		„		2·59	10·4		1·12			
8	Mast Hope		1874	„	2	16·54	35·36	45°	2	„	4·88	1·98	17·7		1·07	10·41	6	
13	Callicoon	System Post, „ „ .	1874		1	47·39			4	„	1·93	5·08			2·97	8·92	6	
		Blechträger, „ „ .	1874	„	1	6·81			2	„	4·88	1·18			0·62			
		„ „ „ .	1874	„	1	12·95		$59^1/_2$°	2	„	4·88	1·18	363		1·34	11·90	6	
		„ „ „ .	1874	„	1	10·26			2	„	4·88	1·18			1·06	11·90		
		„ „ „ .	1874	„	1	7·32			2	„	4·88	1·18			0·76	11·90		
14	Ross Creek	„ „ „ .	1874	„	1	8·53	9·45	90	3	„	3·05	0·76	6·8		0·83	11·16	6	
15	Haukins Creek	Lattenbrücke „ „ .	1874	Phillipsburgh. . .	1	16·46	17·68	90	4	„	2·44	1·83	19·7		1·20	10·41	5	
16	Basket	„ „ „ .	1874	„ . .	1	16·46	17·68	90	4	„	2·44	1·83	19·7		1·20	10·41	5	
17	Knights	„ „ „ .	1874	„ . .	1	12·50	13·41	90	2	„	4·88	1·22	11·6		0·92			
25	—	System Post, „ „ .	1874	Watson M. .C . .	4	34·54	141·73	90	2	„	5·49	5·38	235·4		1·7	8·92	6	
32	Hawley		1872	„	2	47·14	96·01	46	2	1geleis.			118·0	1·25		8·92		
34	„		1874	Baltimore B. C. .	2	29·41	60·65	90°	4	3	5·03	6·71	111·2		1·9*	14·13*		* für drei Geleise

Zu Seite 198.

Nr.	Ort	Beschreibung	Jahr der Errichtung	Erbauer	Anzahl	Lichte Spannweite	Totallänge	Winkel mit dem Fluss	Zahl der Träger	Einfach oder doppelt geleisig	|—| Weite	Höhe von C zu C	Gewicht des Eisens ohne Ueberconstruction und Holzbelag	Gewicht pro laufenden Meter lichte Weite Tonnen		Rollende Last Tonnen	Sicherheitsgrad	Anmerkung
														eingeleisig	zweigeleisig			
				Susquehanna-Flügel.														
2	Brücke üb. d. Susquehanna	System Post, Bahn unten	1869	Watson M. C. . .	4	46·0	187·7	10·1	2	einfach	4·9	5·8	302·3	1.64		4·46	6	Gusseiserner Obergurt.
5	Diamond Creek . . .	Blechträger, Bahn oben .	1874	Phillipsburgh . .	1	11·28	12·19	90°	3	doppelt	3·08		10·9		1·00	10·71	5	
10	Thomas	„ „ „ .	1874	„ . .	1	12·50	13·41	90°	3	„	3·08	1·22	12·8		1·02	10·71	5	
11	De Kays	„ „ „ .	1874	„ . .	1	12·50	13·41	90°	3	„	3·08	1·22	12·8		1·02	10·71		
13	Lewis	„ Bahn unten .	1876	Kellogg & Maurice	1	12·50	13·41	90°	3	„	3·96	1·22	14·7		1·26	10·71		
16	Windsor	System Pratt, Bahn unten	1874	Phillipsburgh . .	1	19·81	19·81	90°	2	„	8·84	2·74	23·6		1·19	10·71	5	
17	Squires	Blechträger, Bahn oben .	1876	Kellogg & Maurice	1	10·67	11·58	90°	4	„	2·44	0·99	12·0		1·12	11·90	5	
23	Road Binghampton . .		1875	„ „ .	1	4·57			4	„	2·44	0·46	2·0		0·44			
					1	12·50	22·55	80°	3	„	3·96	1·22	15·9		1·27	10·71	5	
					1	4·57			4	„	2·44	0·46	2·0		0·44			
25	Chocomute Creek . . .	System Pratt, Bahn oben	1875	Kellogg & Maurice	1	19·51	19·81	90°	3	„	3·05	3·05	20·8		1·07	10·71	5	
47	Wilson Crossing . . .	Blechträger, „ „	1876	„ „ .	1	10·67	11·58	90°	4	„	2·44	0·99	12·0		1·12	11·90	5	
55	Wellsburgh Creek . . .	System Pratt, Bahn unten	1876		1	30 48	33·53	90°	2	„	8·68	6·55	63·6		2·08	8·03	5	
58	Chemming River . . .	„ „ „ „	1874	Watson M. C. . .	1	40·23	—	—	3	„	4·88	6·71	181·4		1·12	8·92	5	
		„ „ „ „	1874	„	1	40·23			3	„	4·88	6·71			1·12	8·92	5	
		„ „ „ „	1874		1	18·67			3	„	4·88	3·66			0·44	9·67	5	
		„ „ „ „	1874		1	18·67	—	90°	3	„	4·88	3·66	73·5		0·44	9·67	5	
		„ „ „ „	1874		1	18·67			3	„	4·88	3·66			0·44	9·67	5	
		„ „ „ „	1872	Phillipsburgh . .	2	40·23			3	„	4·88	6·71				8·92	5	
65	Road Big Flats	Blechträger, „ „	1873	Watson M. C. . .	1	15·24	16·30	72°	3	„	4·27	1·98	19·0		1·33	13·39	6	
69	Chemming River . . .	System Pratt, „ „	1875		3	44·96	136·85	$45^3/_4{}^0$	2	„	8·68	7·62	329·1		2·44	8·03	5	
73	Fioga	Zweifaches Netzwerk . .	1874	C. Macdonald . .	1	53·95	193·84	42	2	„	9·07	8·23	158·6		2·90	8·18		
					3	44·20		42	2	„	9·07	8·23	336·1		2·53	7·44		
76	Conhocten	System Pratt, Bahn unten	1876		3	26·67	81·99	90°	2	„	8·68	6·40	140·6		1·76	8·03	5	
77	Goodhue Creek	Blechträger, Bahn oben .	1876	Phillipsburgh . .	1	9·14	10 06	90°	2		4·88	0·91	7·6		0·75	10·71	5	
87	Stevens	Bahn unten	1874	„ . .	1	12·19	13·11	90°	3		3·96	1·22	12·6		1·04	11·31	5	
				Westliche-Abtheilung.														
38	Little Walley Creek . .	Prattträger, Bahn unten .	1874	Phillipsburgh . .	1	38·4	39·0	90°	2	einfach	4·88	6·4	39·6	1·02		4·46		
				Buffalo-Abtheilung.														
1	Canascada C.	Prattträger, Bahn unten .	1874	Detroix, B. C. . .		24·1	52·3	70°		doppelt	9·1	6·1	50·2			8·93	5	
						24·1		45°	2	„	9·1	6·1	50·2			8·93	5	
4	Canisteo Creek. . . .				1	24·3	26·2	90°	2	„	9·1	6·1	49·1			8·93	5	
16	Genessee River		1875	Watson M. C. . .	10	14·93			2	—	5·18	2·49	89·5	0·6		5·95	5	
					2	30·48	249·01	90°	2	—	5·03	5·06	58·5	0·96		4·46	5	
					1	35·97			2	—	5·03	5·06	39·1	1·08		4·46	5	
21	Towanda Creek		1874	Watson M. C. . .		19·20	38·71	90°	2	„	4·88	3·05	22·7	1·18		10·42	6	
						17·98							20·4	1·15				

NOTIZEN

über grössere

BRÜCKENBAU-ANSTALTEN.

Der grosse Aufschwung, den der Brückenbau in den letzten Jahrzehnten genommen, hat zur Entstehung einer Reihe hervorragender Etablissements Veranlassung gegeben, die sich mit der Herstellung von Brücken beschäftigen.

Um ein Bild solcher Werkplätze zu bieten, wollen wir, ohne die Bedeutung mancher anderen Fabriken hiedurch in den Hintergrund gedrängt wissen zu wollen, in eine kurze Besprechung einzelner Anstalten dieser Art eingehen.

Zu den ältesten zählen wohl die Phönixville Bridge and Iron Works. Sie liegen ungefähr eine Fahrstunde von Philadelphia entfernt an der Reading-Eisenbahn im Schuylkill-Thale. Ihre Gründung fällt in das Jahr 1790.

Das Werk ist insoferne von höchstem Interesse, als das Material in demselben alle Processe vom Erze bis zur fertigen Brücke durchmacht.

Wir haben schon in früheren Capiteln Gelegenheit gehabt, auf die speciellen Methoden und die dem Etablissement eigenthümlichen Formen näher einzugehen und verweisen in dieser Hinsicht auf die Abschnitte A und B der eisernen Brücken.

Clarke, Reeves & Comp., mit dem genannten Werke alliirt, sagen in ihrem Circulär über die Leistungsfähigkeit der Firma, dass dieselbe eine solche sei, um in jedem Arbeitstag 30 laufende Meter fertige Brücken zu erzeugen.

Die Anzahl der Felder, welche die Compagnie auf eigene Gefahr in den Jahren 1869 bis zur Ausstellung überbrückt, betrug 462 bei einer Totallänge einfachen Geleises von 16·5 Kilometer, das Totalgewicht derselben, abgerechnet Dächer und andere Ausführungen in Eisen, 22.300 Tonnen. Nach fremden Entwürfen wurden in derselben Zeit 285 Felder, beziehungsweise 7·7 Kilometer bei einem Totalgewicht von 9100 Tonnen überbrückt.

Hinsichtlich der bedeutendsten Bauten dieser Firmen verweisen wir auf das Capitel über Gewichte.

Die Keystone Bridge Co. wurde im Jahre 1865 mit einem Capital von 300.000 Dollars organisirt, indem sie die Firma Piper & Schiffler, welche schon seit 1863 Brücken und andere grössere Bauten errichtet hatte.

Durch die von Seite der Legislatur von Pennsylvanien im Jahre 1872 erhaltene Charter wurde sie autorisirt, ihr Grundcapital auf 1,500.000 Dollars zu vermehren und ihr die Befugniss ertheilt, Gebäude, Brücken und andere Constructionen in Holz, Eisen, Stahl, Stein und anderen Materialien in irgend einem Theil der Vereinigten Staaten errichten zu dürfen.

Die jährliche Leistungsfähigkeit der Werke beträgt derzeit bei 3,000.000 Dollars und ist nach den Versicherungen des Unternehmens dasselbe im Zustande des weiteren Wachsthums begriffen, was wohl angesichts der herrschenden Krise, die auf dem Gebiete des Bauwesens schwer lastet, sich derzeit nicht vollkommen bestätigen dürfte.

Die Werke liegen in Pittsburg. Die Lieferung der Eisensorten besorgt fast ausschliesslich die Firma Carnegie, Kloman & Co., Eigenthümerin der Union Iron Works.

Als schön eingerichtete Anstalt nennen wir die Edge Moor Iron Company. Ihre Werke liegen am Delaware an der Linie der Philadelphia und Baltimore Railroad nächst der Station Wilmington, Pa.

Die Situation ist in Bezug auf die Verkehrsverhältnisse eine äusserst günstige, da sie sowohl direct per Schiff auf dem Delaware als per Bahn ihre Producte in den Handel bringen kann.

Präsident des Unternehmens ist Herr William Sellers von der Maschinenfabrik William Sellers & Co. in Philadelphia, als Superintendent und eigentlicher Leiter des Unternehmens fungirt Herr Georg Sellers, an dessen Seite Ingenieur Josef Margan und Andere als technische Kräfte thätig sind.

Die Einrichtung der Fabrik ist eine vorzügliche. Doch stand zur Zeit unseres Besuches ein Theil der Werke in Folge der ungünstigen Zeitverhältnisse ausser Betrieb. Vor Allem verdienen die äusserst sinnreichen hydraulischen Maschinen, die an anderer Stelle eingehende Würdigung finden, Beachtung.

Die hydraulische Anlage, welche auf den ungeheueren Druck von 350 Kilogramm für den Quadratcentimeter geprüft ist, wird im Betriebe mit 210 Kilogramm pro Quadratcentimeter angewendet.

Das Vernieten geschieht mit Hilfe kleiner zangenförmiger Maschinen, welche nach allen Seiten hin beweglich sind, indem sie an Ketten hängen.

Die Zuführung des Druckwassers geschieht durch Röhren, die mit Kugelgelenken versehen sind, welche ihnen die nöthige Beweglichkeit gestatten.

Die festen Stanzen, zum Lochen grösserer zu vernietender Bleche bestimmt, gestatten eine grössere Anzahl (bis 10) Oeffnungen unter Einem zu erzeugen. Die richtige Entfernung der Nieten wird durch eine Schraube geregelt.

Zum Transport der Stäbe sind hydraulisch betriebene Schiebekrahne angelegt, deren Oberfläche ungefähr 1 Meter über dem Erdboden sich befindet, und quer gegen die Länge eingelagerte Rollen, auf welche die aus den Walzen kommenden heissen Eisenstäbe auflaufen.

Ein quer laufendes Drahtseil ohne Ende, welches neben der Laufschiene in einer Rinne am Fussboden läuft, sodann längs den Seitenwänden des Gebäudes hinauf geführt ist, um sich im Dachstuhl zu vereinigen, bewirkt die Seitwärtsbewegung dieser Bühnen.

Durch das Spiel eines hydraulischen Cylinders kommt das daran geschlossene Seil in Thätigkeit.

Durch diese Manipulation wird nicht nur der Transport während des Walzprocesses inscenirt, sondern auch der fertige Stab dem Schneidapparate und von diesem der ebenfalls hydraulisch wirkenden Geraderichtmaschine zugeführt, die aus Kniehebelpressen, von denen mehrere nebeneinander auf die bewegliche Bahn eines Gesenkes wirken, besteht.

Hinsichtlich näherer Angaben verweisen wir auf den Bericht des Herrn Wencelides, Heft XII des Ausstellungs-Berichtes.

Unter den im Westen gelegenen Werken ist wohl das bedeutendste jenes der American Bridge Co.

Die American Bridge Co. ging aus einem Privatgeschäfte hervor, das die Herren A. B. Stone und L. B. Boomer seit dem

Jahre 1851 zu Chicago betrieben hatten, und aus welchem mehrere Eisenbahnlinien, die aus Chicago auslaufen, ihre Brücken bezogen haben, so die Michigan Central Railroad, die Michigan Southern Railroad, die Ill. Central Railroad, die Chicago and Rock Island Railroad, einschliesslich der grossen Brücken über den Mississippi bei Rock Island. L. B. Boomer und H. A. Rust (Letzterer seit 1854 im Brückenbaufache thätig) gaben Anregung zur Bildung der Compagnie, verschafften derselben die Eignerschaft mehrerer Patente und beabsichtigten namentlich auf dem Missouri River pneumatisch fundirte Pfeiler anzulegen, dann sich mit der Herstellung von eisernen Dach- und Brückenconstructionen zu beschäftigen, was die Anlage grösserer Werke zu Chicago veranlasste.

Eine nähere Beschreibung dieses Werkes, das allerdings in seinen Einrichtungen hinter den hervorragenden Werken des Ostens zurücksteht, aber immerhin eine bedeutende, namentlich für den Westen wichtige Anlage repräsentirt, mag nicht ohne Interesse sein. Die Grundfläche des Etablissements umfasst circa 13 in der Nähe von Chicago gelegene Hektaren, von denen 1·2 Hektaren überdacht sind.

Das Etablissement besteht aus:

einem Maschinenshop (128 Meter lang, 24 Meter breit, 6 Meter hoch), welcher ausser den unmittelbar für die Herstellung der Brückenbestandtheile nöthigen Werkzeugmaschinen eine hydraulische Zerreissmaschine sowie eine 2·7metrige Drehbank zur Herstellung der Cylinder für pneumatische Fundirung besitzt;

einem Hammershop (43 Meter lang, 18 Meter breit, 5·5 Meter hoch), 2 Watt'sche Dampfhämmer mit Verticalkesseln und einen 450 Kilogramm schweren Bernert'schen Verticalhammer sowie eine grosse Hornig's Patent Punche mit Scheere enthaltend;

einer Giesserei (43 Meter lang, 24 Meter breit, und 35 Meter lang, 15 Meter breit, 5·5 Meter hoch), welche zwei Kupolöfen, mit einer Leistungsfähigkeit von 50 Tonnen Metall per Tag, einen 25, einen 10 und einen 5 Tonnen-Krahn aufweist;

einem Maschinen- und Kesselhaus (15 Meter lang, 15 Meter breit, 5·5 Meter hoch), eine 150pferdige Dampfmaschine mit Pumpe, 4 Kessel und 3 transportable Maschinen in sich schliessend;

einem Modellenshop (24 Meter lang, 24 Meter breit, 5·5 Meter hoch).

Ausserdem verschiedene kleinere Gebäude, so ein Nietshop, Amtsgebäude mit Zeichenräumen etc.

3 Kilometer Geleise, von der Compagnie auf ihren Gründen gelegt, verbinden das Etablissement mit Seitenlinien der Pittsburgh Fort Wayne, der Chicago, Rock Island and Pacific Railroad und der Union Stock Yards Tracks, welche im Zusammenhange mit den inneren Linien der Stadt Chicago steht.

Die Compagnie besitzt ihre eigenen Eisenbahnwagen. Die transportablen Maschinen bestehen aus 6 schwimmenden Dampframmen für Pilotirungen, sechs mit Luftpumpen, Schleussen etc. versehenen Barken für pneumatische Fundirungen. Ausserdem ist für eine eigene Wasserleitung mit Hydranten, Gasanlage (800 Brenner), telegraphische Privatverbindung des Etablissements mit dem in der Stadt gelegenen Bureau und der Western Union Co., durchgehende Dampfheizung etc. gesorgt.

Als Präsident fungirt H. A. Rust, als Director L. B. Boomer; ausführende Ingenieure sind Ed. Hemberle, ein noch junger Deutscher, und W. G. Coolidge. Bureaux befinden sich zu Chicago und New-York. Das volleingezahlte Stammcapital beträgt 600.000 Dollars.

Die Compagnie hat circa 72 laufende Kilometer Eisenbahn- (für 116 Gesellschaften) und Strassenbrücken erbaut. Von den sechzehn Brücken, welche den Mississippi kreuzen, hat die American Bridge Co. 7 vollständig, 2 theilweise errichtet (beziehungsweise im Baue).

Speciell im Jahre 1876 war sie bei einer Reihe von Bauten der Cincinnati Southern Railway, an den Mississippibauten zu La Crosse, Wisconsin, an der Chicago Milwaukee und St. Paul Railroad, der Uebergrundbahn zu New-York, der Point Bridge (Hängebrücke) zu Pittsburgh, Penn., ausserdem für diverse kleinere Objecte als Dächer, Drehscheiben, die Eisenconstructionen

für das Staats-Zollhaus, sowie für das Post-Gebäude zu Chicago und St. Louis Missouri beschäftigt.

Schliesslich möge bemerkt werden, dass die Gesellschaft nicht alle Bestandtheile ihrer Brücken aus dem eigenen Etablissement bezieht, so wurden beispielsweise die Theile der Hängebrücke über den Monongahela zu Pittsburg selbst in den Locomotiv Works dieser Stadt erzeugt.

DIE PFEILER UND IHRE FUNDIRUNG.

DIE LEHREN UND IHRE BEDEUTUNG

Die Steinpfeiler der amerikanischen Brücken zeigen, dem reinen Bedürfnisse Rechnung tragend, häufig nur rohe Formen ohne allen architektonischen Schmuck. Nur wenige neuere Brücken machen hievon eine rühmenswerthe Ausnahme.

Eine wichtige Rolle spielt bei Brücken in Strömen der Eisbrecher, der als keilförmiger Steinansatz am Pfeilerfusse gegen die Stromrichtung vorspringt und mitunter einfach abgetreppt ist.

Viel mehr Interesse als die Formen der Steinpfeiler selbst bieten die in den letzten Jahren durchgeführten Fundirungen. Namentlich hat die American Bridge Co. in dieser Richtung Namhaftes geleistet. Seite 210 gibt einen Ueberblick der von ihr inscenirten Bauten. Die Gesellschaft hatte zwei interessante Objecte exponirt.

Die Modelle repräsentirten einen eisernen Pfeiler der Brücke über den Missouri bei Leavenworth in Kansas und einen Steinpfeiler, der pneumatisch mit Hilfe eines hölzernen Caissons versenkt worden war, dem Brückenbaue bei Boonville im Staate Missouri über den gleichnamigen Strom entnommen.

Behufs Darlegung des Vorganges, wie er von der genannten Compagnie bei Ueberbrückungen grösserer Ströme, bei denen ein tragfähiger Grund erst in bedeutender Tiefe unter dem Wasserspiegel zu treffen ist, angewendet wird, bringen wir auf Tafel 3 zwei Ansichten eines Mittelpfeilers der Atchison-Brücke über den Missouri während der Bauführung. Da die Arbeit der bei dem Baue zu Boonville eingeschlagenen analog war, bietet die Zeichnung zugleich ein Bild des exponirten oben genannten Objectes.

Die Brücke ruht bei einer Totallänge von 350·5 Meter auf zwei Widerlagern und vier Pfeilern auf, von denen der eine, welcher eine Mittelunterstützung der Drehbrücke bildet, als runder Pfeiler construirt wurde.

Name der Brücke	Zahl der eisernen Pfeiler	Anzahl der Steinpfeiler	Wassertiefe in Metern	Grösste Versenkungstiefe unter dem Niederwasser in Metern	Anmerkungen
Missouri River-Brücken:					
Zu Omaha für die Union Pacificbahn	11	—	Wechselnd von 0—19 Meter	25·0	
Zu Leavenworth für die Kansas und Missouri Bridges Co.	3	—		13·4	
Zu Boonville für die Missouri-, Kansas- und Texas-Eisenbahn	2	4		22·9	Ein steinerner Drehpfeiler
Zu Atchison für die Chicago und Atchison Brigde Co.	—	4		23·8	„ „
Arkansas River-Brücke zu Little Rock für die Cairo- und Fulton-Eisenbahngesellschaft	6	—	6·1	16·5	Ein aus sieben Säulen bestehender Drehpfeiler
Taunton River-Brücke am Fall River (Mass.) für die Old-Colony-Eisenbahngesellschaft	6	—	16·8	27·4	„ „
Des Maines River-Brücke für die St. Louis-, Kentucky- und N.-W.-Eisenbahn . .	—	3	3·0	7·0	—
Hudson River-Brücke zu Poughkeepsie für die Poughkeepsie Bridge Co. .	—	4	18·3	—	Arbeit eben im Beginne

Die Widerlager sind auf Eichenpiloten fundirt, welche bei dem westlichen durch eine starke Schicht festen Thons bis auf den Felsenuntergrund, bei dem östlichen bis 7·62 Meter unter das Nullwasser eingetrieben wurden.

Bedeutende Schwierigkeiten bot die Fundirung der Mittelpfeiler. Das Bett des Missouri besteht aus feinem oder gröberem Sande, der auf dem felsigen Grunde oft bis zu einer Tiefe von 18 bis 24 Meter aufliegt. Dieser Umstand, sowie der reissende Lauf des Stromes (12·9 Kilometer pro Stunde) veranlassen einen häufigen Wechsel des Stromstriches, durch welchen dann Auswaschun-

gen an einzelnen und Ablagerungen an anderen Stellen bis zu einer Höhe von 12 Meter in wenigen Stunden hervorgebracht werden. Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse fand man sich bewogen, eine pneumatische Versenkung der Pfeiler bis auf den sicheren Felsengrund, dessen Tiefe von 6·7 Meter an dem westlichen Ufer bis 24·4 Meter auf dem östlichen variirt, vorzunehmen.

Der Tragpfeiler für die Drehbrücke hat einen Durchmesser von 10·4 Meter und ruht auf einem hölzernen Caisson von ganz ähnlicher Construction auf, wie wir sie bereits oben eingehend beschrieben haben. Er besass eine Länge von 14 Meter und eine Höhe von 6·1 Meter; die Arbeitskammer desselben war bei einer lichten Höhe von 2·74 Meter durch Holzwände in vier Abtheilungen getrennt und die Fugen und Ecken der Begrenzungswände wurden an den Innenseiten sorgfältig calfatert und luftdicht gemacht.

Der Caisson selbst wurde auf dem trockenen Lande gebaut, auf grossen Booten an seine richtige Stelle gebracht und hier bis auf den Sandgrund versenkt. Zur Erleichterung der Arbeit waren Pilotenwände an dem Platze hergestellt worden, um die Gewalt des hier 9·14 Meter tiefen Stromlaufes zu brechen und zugleich dem Caisson die nöthige Führung zu geben. Die weitere Versenkung geschah auf pneumatischem Wege, und zwar erfolgte sie durch eine 9 Meter dicke Schicht aus Sand und Thon in 20 Arbeitstagen.

Die Verbindung der Arbeitskammer mit der Aussenwelt war durch einen Einsteigschacht A, eine schmiedeiserne Röhre von 0·91 Meter Durchmesser, hergestellt, welcher nach Massgabe des Fortschrittes der Arbeit successive verlängert wurde und an seinem oberen Ende eine Luftschleusse von 1·52 Meter Durchmesser und 2·13 Meter Höhe trug. Während dieser Schacht nur zur Communication der Arbeiter bestimmt war, diente eine zweite Röhre von geringeren Dimensionen B zur Förderung des gewonnenen gröberen Materials, der Felsstücke etc. Die Excavation der feineren Stoffe und des Schlammes erfolgte vermittelst Sandpumpen C, d. s. Centrifugalpumpen, bei denen ein Wasserstrom die feinen Materialien, welche durch die comprimirte Luft der Arbeitskammer in die Steigröhren gedrückt werden, mit sich empor reisst. Solcher Sandpumpen sind gewöhnlich zwei in Anwendung; Thon und compacter Sand wird durch einen starken Wasserstrom zerkleinert und in einen schlammigen oder fein zer-

theilten Zustand gebracht, welcher dann seine Excavation vermittelst der eben beschriebenen Pumpe gestattet.

Durch eine eigene Röhre D geschah die Zuleitung der comprimirten Luft, welche durch eine auf grossen Flössen aufgestellte Maschine erzeugt wurde. Zur Verbindung der Baustelle mit dem festem Ufer erschien eine provisorische Bahn auf Trestle works und Flössen hergestellt, auf denen das nöthige Material zur Erbauung der Pfeiler transportirt wurde. Zu beiden Seiten des Pfeilers hatte man grosse Boote placirt, auf denen sich ein Krahn zum Versetzen der Werkstücke und ein Luftreservoir E befanden.

In anderen Fällen wird die Maschine zur Comprimirung der Luft am Ufer aufgestellt und die letztere dann in flexibeln Schläuchen bis zur Baustelle geleitet.

Die anderen Pfeiler der Atchison-Brücke besitzen eine Grundfläche von 7·3 Meter Breite und 15·9 Meter Länge; diese Dimensionen verjüngen sich nach oben bis zu 2·7, bezüglich 7·9 Meter.

Sie ruhen sämmtlich auf hölzernen Caissons von 7·3 Meter Breite, 15·9 Meter Länge, 5·5 Meter Höhe, deren Arbeitskammern die gleichen Höhendimensionen wie die oben geschilderte aufweisen. Die Caissons wurden an Ort und Stelle selbst auf eingerammten Piloten erbaut und dann in das Wasser hinabgelassen. Die weitere Versenkung bis auf den Felsen auf bezüglich 19, 23, 24 Meter unter Nullwasser bei den einzelnen Pfeilern erfolgte durchschnittlich in 30 Arbeitstagen.

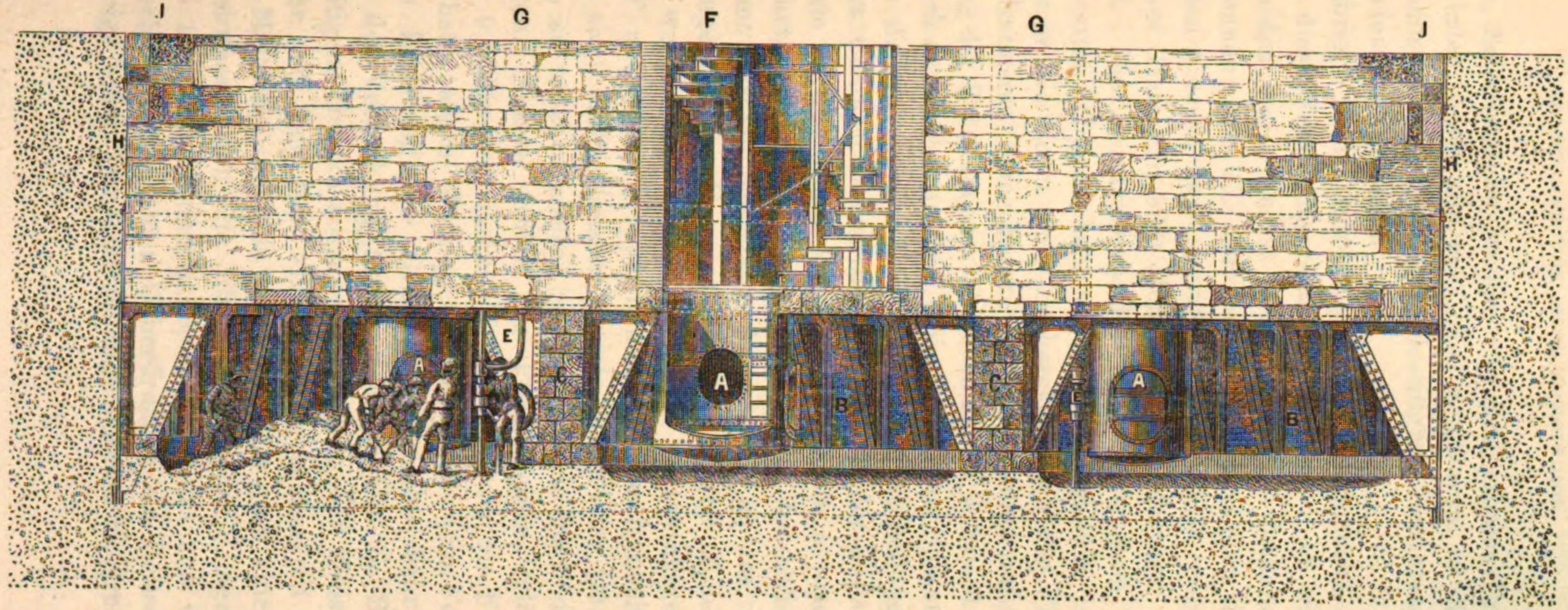
Der Umstand, dass wir der weiteren grossen Bauten, als der St. Louis- und der Brooklyn-Brücke, im Laufe unseres Berichtes eingehender Erwähnung gethan, legt uns die Verpflichtung auf, auch den Vorgang bei der Fundirung dieser prachtvollen Werke in entsprechender Weise zu schildern.

Wir beginnen mit der Fundirung der Illinois- und St. Louis-Brücke.

Von den vier Pfeilern der St. Louis-Brücke wurde nur der westliche Widerlagspfeiler in trockengelegter Baugrube fundirt. Hier lag nämlich der feste Felsen blos in 3·9 Meter Tiefe unter dem Niederwasser, während er sich unter dem östlichen Widerlager auf 24·7 Meter Tiefe hinabsenkte. Der Herstellung der Baugrube erwuchsen aber ganz unerwartete Schwierigkeiten, indem an dieser Stelle, die früher einen Theil der Stadtwerfte ge-

Fundirung der Illinois- and St. Louis-Brücke.

Schnitt in der Brückenachse durch den Caisson des Ostpfeilers.



A Einsteigöffnungen, **B** Luftkammern, **C** hölzerne Abschlusswände, **E** Sandpumpe, **F** Hauptschacht, **G** Nebenschächte, **H** Blechwand, **J** hölzerne Versteifung der Blechwand. (1 : 120 nat. Grösse.)

bildet hatte, Schiffswracke, welche von dem grossen Brande von 1849 herrührten, sowie alle möglichen Schiffsreste in die sandige Flusssohle eingebettet waren, deren Beseitigung bedeutende Kosten und Zeitverluste verursachte.

Die übrigen Pfeiler wurden pneumatisch versenkt, in Tiefen, in welchen diese Fundirungsmethode bis dahin noch nicht angewendet worden war. Zuerst wurde mit dem östlichen Mittelpfeiler begonnen; am 25. October 1869 legte man den ersten Stein auf den Caisson und am 28. Februar 1870 erreichte letzterer in einer Tiefe von 39·0 Meter unter Hochwasser den felsigen Grund. Die Construction des Caissons ist zum Theil aus dem auf Texttafel H gezeichneten Schnitte ersichtlich. Im Grundrisse besitzt er die Form eines Sechseckes mit einer Fläche von 373·5 Quadratmeter. Seine Decke ist durch oben aufgelegte, in der Richtung der Brückenachse laufende Träger versteift und ausserdem durch zwei hölzerne, 75 Centimeter starke Balkenwände C, welche den Arbeitsraum in 3 nahezu gleiche Abtheilungen scheiden, gestützt. Charakteristisch ist die Verlegung der Luftschleussen nach abwärts in den Caissonraum, was allerdings, wie Capitän Eads anführt, den Vortheil einer Verringerung des nothwendigen Luftquantums im Gefolge hat. Ausser der in der Mitte des Caissons angebrachten Hauptschleusse von 1·83 Meter Durchmesser, zu welcher man in dem 3·05 Meter weiten ausgemauerten Schachte F auf einer Treppe hinabstieg, waren noch in jeder Abtheilung zwei Luftschleussen von je 1·45 Meter Durchmesser angebracht, zu welchen eiserne Schachte durch das Pfeilermauerwerk führten. Aussen erhielt der Pfeiler einen cylindrischen Mantel aus 9 Millimeter starkem Kesselblech, der als Fangdamm zu wirken hatte, als die Aufmauerung des Pfeilers in Folge einer verzögerten Lieferung der Granitquader nicht mehr gleichen Schritt mit der Versenkung halten konnte. Um die Blechwand nicht einseitigem Drucke auszusetzen, wurde der Zwischenraum zwischen ihr und dem sich verjüngenden Pfeiler mit dem ausgehobenen Materiale angefüllt, was aber, als nach einem bedeutenden Hochwasser sich die Flusssohle in der Umgebung des Pfeilers um 16 Meter vertieft hatte, in Folge des nun von innen auf die Blechwand ausgeübten Ueberdruckes ein Reissen derselben zur Folge hatte. Man ersetzte nun dieselbe in ihrem oberen

Theile durch eine Art hölzernen Fangdamm, welcher vom Pfeiler selbst getragen wurde.

Die Herausschaffung des Materials geschah durch Sandpumpen, welche, obwohl schon früher bei Fundirungen häufig angewendet (so bei der Missouri-Brücke bei St. Josef, aber in anderer Form), hier zum erstenmale in so ausgedehnter und vollkommen entsprechender Weise zur Verwendung gelangten, und von welcher auch Rziha in seinem Weltausstellungsbericht II. eine Skizze bringt, auf welche wir daher verweisen. Eine Pumpe mit 89 Millimeter Bohrung war im Stande, stündlich 15·3 Cubikmeter 36·6 Meter hoch zu heben; die erforderliche Wasserpressung betrug 10·5 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Die Luftpressung im Caisson hielt sich immer um etwa $^1/_{50}$ Atmosphäre höher, als sie der drückenden Wassersäule entsprach. Das bei diesem Pfeiler erreichte Maximum der Pressung betrug 3·6 Atmosphären. Capitän Eads bespricht in seinem Bericht von 1871, welchem wir die hauptsächlichsten dieser Daten entnehmen, auch den Einfluss der comprimirten Luft auf den menschlichen Organismus. Er ist der Meinung, dass nur das zu lange Verweilen in derselben schädlich wirke, und glaubt, dass es keinem Anstand unterliege, noch grössere Tiefen zu erreichen, wenn nur die Dauer einer Arbeitsschicht entsprechend reducirt würde. Bei Versenkung des Pfeilers wurden schliesslich nur einstündige Schichten angewendet, trotzdem kamen aber während der Arbeitsausführung unter den 352 Leuten eine ziemliche Anzahl Erkrankungen vor, wovon 12 tödtlichen Ausgang hatten.

Der westliche Mittelpfeiler wurde am 15. Januar 1870 in Angriff genommen. Die Ausführung der Fundirung geschah in ganz gleicher Weise wie beim ersten Pfeiler, nur führte man die äussere Blechwand blos auf eine Höhe von 6·1 Meter über den Caisson und gab dem Mittelschacht, anstatt ihn in Ziegel auszumauern, eine Holzzimmerung.

Der östliche Widerlagspfeiler wurde zuletzt fundirt. Anfänglich war projectirt, denselben auf einen Pfahlrost zu stellen, allein da die Bohrungen erwiesen, dass der Felsgrund nur 2·4 Meter tiefer als beim östlichen Mittelpfeiler, nämlich in 24·7 Meter Tiefe unter Niederwasser liege und die Fundirung des letzteren erfolgreich durchgeführt worden war, so entschloss man sich, die

nicht unbeträchtliche Mehrausgabe zu machen und auch hier die gleiche Fundirung anzuwenden.

In der Construction des Caissons wurden jedoch einige Aenderungen vorgenommen. Der Hauptschacht erhielt an seinem Grunde 2 Luftschleussen von je 2·44 Meter Durchmesser; ausser ihm waren nur noch zwei Schachte von 1·22 Meter Weite, ebenfalls unten mit Luftschleussen versehen, hauptsächlich nur der Sicherheit halber, angeordnet. Auch wurde dieser Caisson der Hauptsache nach aus Holz gebaut. Die Decke erhielt eine Stärke von 1·47 Meter und wurde dieselbe von zwei Längswänden, die sich von 3·05 Meter nach abwärts auf 1·06 Meter Stärke verjüngen, sowie von den 3 Meter hohen, ebenfalls aus Holz construirten Umfassungswänden gestützt. Der Caisson besitzt die Form eines unregelmässigen Sechseckes mit einer Länge von 22·5 Meter und einer Breite von 25·6 Meter. Das Holzwerk ist aussen mit $9^1/_2$ Millimeter starkem Bleche verkleidet, welches längs den Seitenwänden noch durch aufgenietete Winkel versteift ist. Eine bedeutende Ersparniss wurde bei diesem Pfeiler noch dadurch erzielt, dass zur Ausfüllung des Caissonraumes nach der Versenkung anstatt Beton Sand angewendet wurde. Es wurden dabei alle Vorsichtsmassregeln getroffen, um ein Entweichen des Sandes unmöglich zu machen, und die Seitenwände des Caissons sind so stark construirt, um selbst beim vollständigen Abrosten der Eisenhülle der Pressung des durch den Pfeiler belasteten Sandes Widerstand zu leisten. (Ueber diese Fundirung siehe auch den Aufsatz des Ritter von Felbinger in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines", 1874, S. 75 bis 79.)

Die Fundirung der East River-Brücke zwischen New-York und Brooklyn gehört, wie es aus den gigantischen Dimensionen dieses Bauwerkes wohl erklärlich ist, zu den grossartigsten Ausführungen pneumatischer Fundirung, die nur rücksichtlich der Tiefe von jener der St. Louis-Brücke übertroffen wird. Es ist jeder der beiden Thürme auf eine Grundfläche von 1590 Quadratmeter fundirt und beträgt der Druck auf dieselbe pro Quadratmeter 71 Tonnen, auf die Oberfläche des Caissons 109 Tonnen pro Quadratmeter. Ungeachtet dieses bedeutenden Druckes trug man kein Bedenken, hölzerne Caissons in Anwendung zu bringen.

Bezüglich der Dauerhaftigkeit des Holzes in Seewasser lauteten die Erfahrungen günstig, sofern dasselbe gegen die Angriffe des Bohrwurms geschützt ist, wozu aber die Versenkung in entsprechende Tiefe unter die Flusssohle genügt.

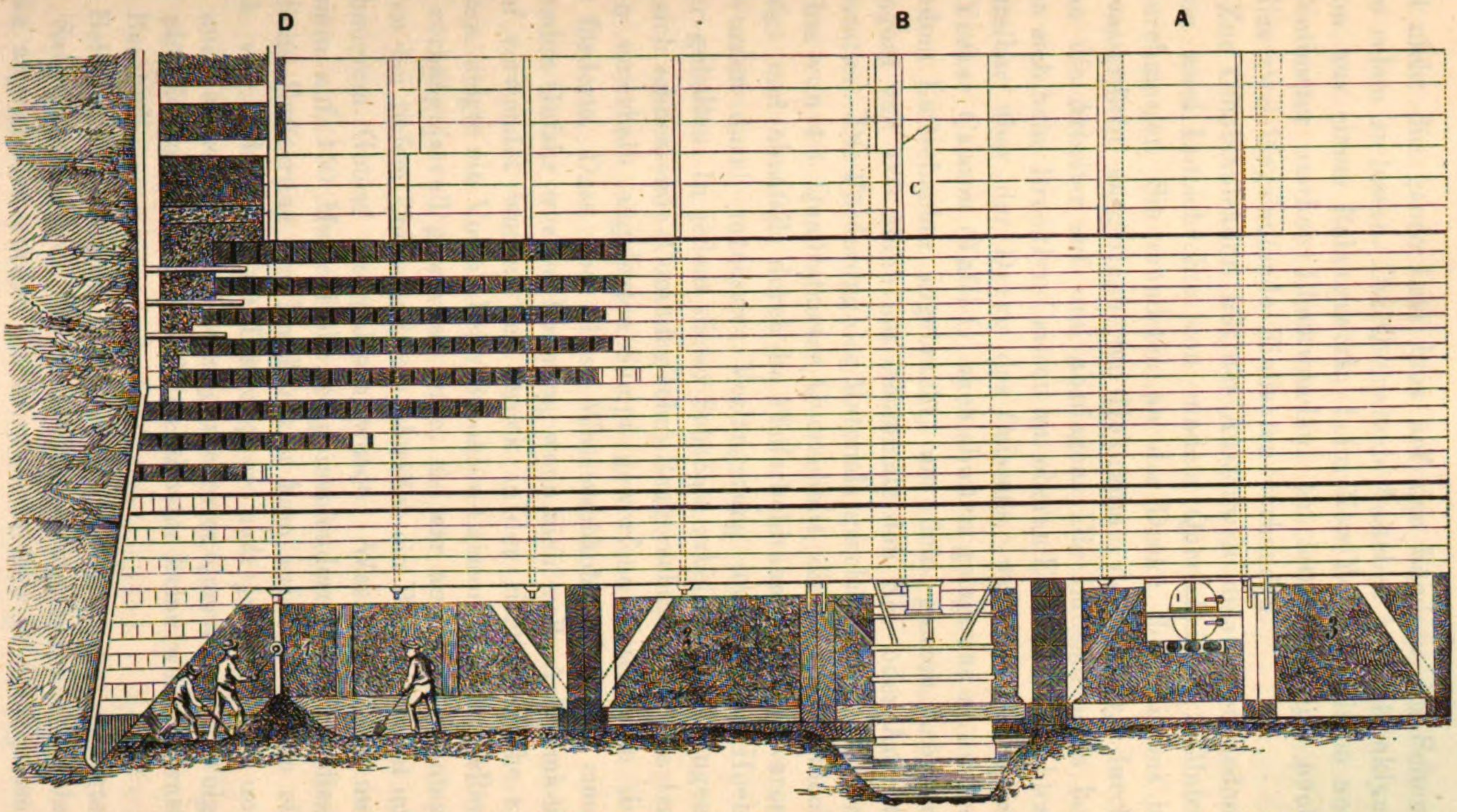
Die Bohrungen, welche bereits im Jahre 1867 angestellt wurden, ergaben auf der Brooklyn-Seite in 24—30 Meter Tiefe Gneisfelsen, mit wechselnden Schichten von Sand, grobem Kies und Thon, in dem Findlinge eingebettet waren, überlagert. Das Material erwies sich aber schon in einer Tiefe von 15 Meter so compact, dass man sich gleich von vornherein entschied, mit der Fundation nicht unter diese Tiefe zu gehen. Ein weniger günstiges Resultat ergaben die Bohrungen auf der New-Yorker Seite. Hier bestand das sondirte Material aus einer 4 Meter starken Schlammschichte, auf welche grober Sand, Kies und schliesslich eine 5 bis 6 Meter mächtige Schwemmsandschichte folgte. In einer Tiefe von 24 bis 28 Meter kam man auf Felsen, jedoch liess sich hier bei der sehr ungleichen Beschaffenheit des Baugrundes die nothwendige Fundamenttiefe nicht von vornherein festsetzen.

Die Caissons (Tafel G) erhielten rechteckige Grundrissform mit 52·5 Meter Länge und 31·5 Meter Breite. Die Decke ist aus 32 Centimeter starken, sich rechtwinkelig kreuzenden Balkenlagen construirt, welche eine solide Masse von 4·6 Meter Dicke beim Brooklyn- und 6·7 Meter Dicke beim New-York-Caisson bilden. Die ebenso construirten Seitenwände verjüngen sich von 3 Meter Dicke in einen abgerundeten Fuss von 20 Centimeter Stärke.

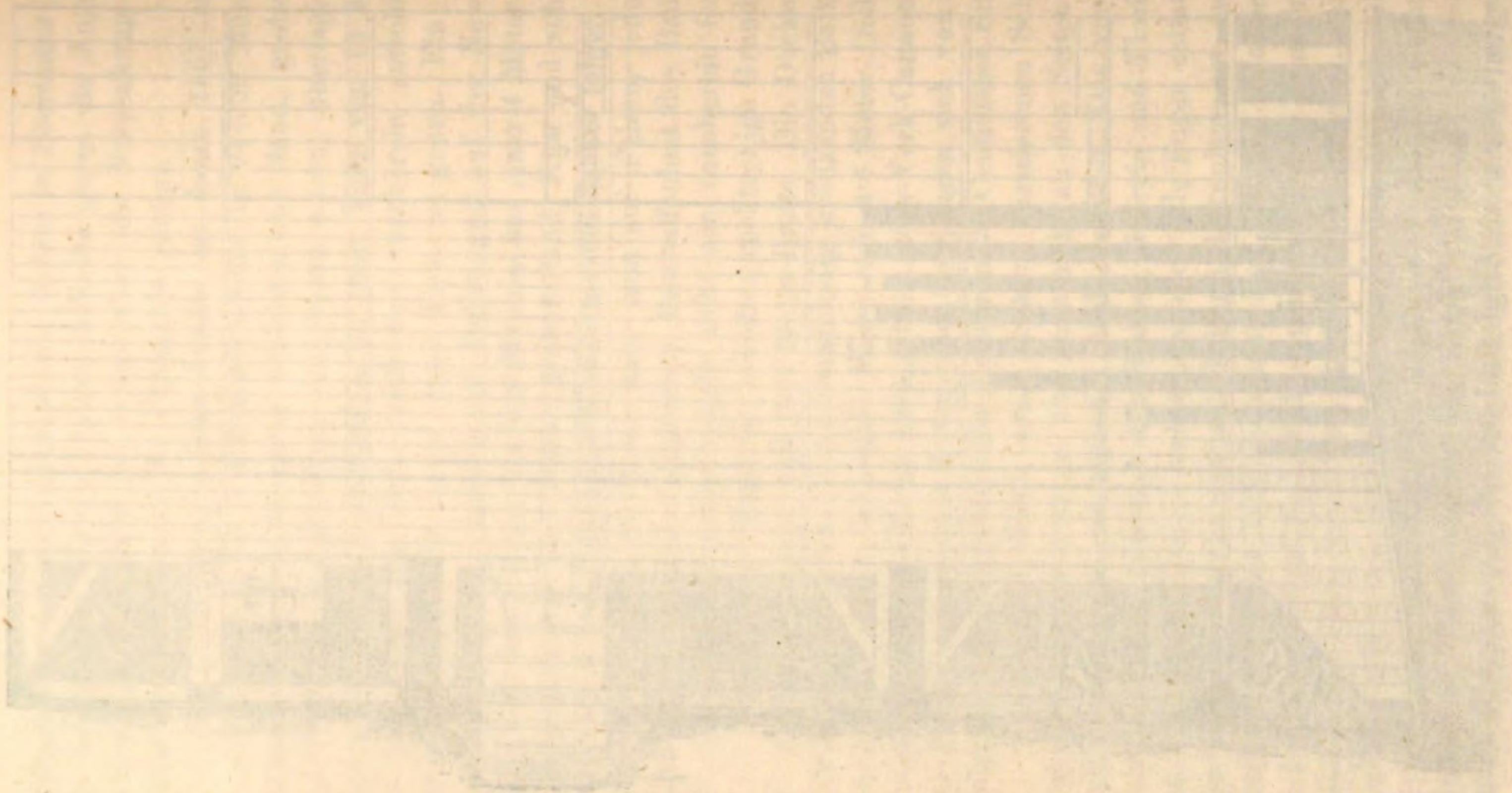
Letzterer ist durch einen starken, gusseisernen Schuh, der mittelst 1 Meter hohem, in- und auswendig an den Seiten hinaufreichendem Eisenblech befestigt wird, gebildet. Das verwendete Holz ist Yellow pine aus den Staaten Georgia und Florida. Um den Caisson luftdicht zu machen, wurden alle Fugen calfatert und überdies zwischen die vierte und fünfte Balkenlage ein aus einem Stücke bestehendes Zinkblech eingelegt, das an den Seiten bis an den Schuh hinunterreicht. Die Innenseite wurde beim Brooklyn-Caisson mit einem luftdichten Firnissanstrich versehen, beim New-Yorker Caisson mit Eisenblech ausgekleidet. Die Arbeitskammer ist durch fünf starke, verschalte Querwände in sechs Abtheilungen geschieden, hauptsächlich aus dem Grunde, um bei etwaigem Entweichen der comprimirten Luft durch einen unvorhergesehenen

Fundirung der East River-Hängebrücke zwischen New-York und Brooklyn.

Halber Längsschnitt, geführt in einer Distanz von 3 Meter innerhalb der Schneide.



A Einsteigeschacht, **B** Wasserschacht, **C** Schacht für die Betonzuführung, **D** Sandpumpe, **E** doppelte Blechdecke.
(Massstab 1 : 164 nat. Grösse.)



Zufall nicht die ganze Last blos auf den Rändern der Seitenwände ruhen zu lassen. Die Querwände bestehen beim Brooklyn-Caisson aus einem Rahmenwerk, beim New-Yorker Caisson aus 56 Centimeter starken Blockwänden; bei letzterem sind noch überdies zwei längslaufende Einbauten vorhanden.

Zur Communication mit der Aussenwelt dienten bei jedem Caisson zwei Luftschächte von rundem Querschnitt, 1·2 Meter im Durchmesser. Sie mündeten an der Decke des Caissons in die wasserdicht ausgezimmerten Hohlräume der Pfeiler, durch welche die Arbeiter auf- und abstiegen. Die Luftschleussen befanden sich beim Brooklyn-Caisson am oberen Ende des Schachtes, unmittelbar über der Decke des Caissons, wurden aber beim New-Yorker Caisson (Tafel G) nach abwärts gelegt und zu zweien an jedem Luftschachte angebracht, um dem ganzen Arbeitercontingent von 120 Mann mit einemmale den Ein- oder Austritt zu gestatten. Die Förderung des Materials geschah durch Wasserschächte von 4·4 Quadratmeter Querschnitt, die aus Kesselblech gefertigt und ebenfalls durch die Pfeilerhohlräume geführt waren. Sie wurden durch successive Verlängerung immer über Hochwasser gehalten. In jedem dieser Schächte arbeitete eine zangenartig sich schliessende (Cumming'sche) Baggerschaufel, welche das, in den unterhalb angelegten Sumpf geworfene Material in die Höhe förderte. Dass aber diese Wasserschächte leicht zu einer drohenden Gefahr werden konnten, wenn nicht volle Achtsamkeit darauf verwendet wurde, den Druck in der richtigen Höhe zu erhalten, zeigte ein Vorfall beim Brooklyn-Caisson, der demselben bald verhängnissvoll geworden wäre. Es war an einem Sonntagmorgen bei tiefem Ebbestand, als plötzlich ein Wasserschacht mit ungeheuerem Getöse ausgeblasen wurde, Wasser, Steine und Schlamm auf 150 Meter Höhe emporschleudernd. Durch diese plötzliche Entleerung der Luftkammer kam auf den Caisson ein Druck von nahezu 18.000 Tonnen; er hielt jedoch Stand und erlitt auch ausser der Zerknickung mehrerer Querwände in Folge einer plötzlichen Senkung um 25 Centimeter keine weitere ernstliche Beschädigung.

Bei der Versenkung des New-Yorker Caissons gelangten auch Sandausbläser zur Verwendung, wie sie bei der Omaha-Brücke angewendet worden waren, und die hier in dem grossen

Luftreservoir, welches der Caisson darstellte, kein bedeutendes Schwanken in der Pressung verursachen konnten. Es wurden circa 50 solcher Röhren von 10 Centimeter Durchmesser angebracht, die mit einem Lufthahn verschliessbar waren und abwechselnd in Thätigkeit versetzt wurden. Der um die untere Mündung der Röhre aufgeschaufelte Sand wurde mit ungemeiner Vehemenz in die Höhe geschleudert (bis 150 Meter). Kniestücke, welche man an der oberen Röhrenmündung anbringen wollte, waren in wenigen Stunden zerstört; einem Arbeiter wurde durch ein Steinstück ein Finger weggerissen, einem anderen der Arm durchgeschossen und man wusste sich schliesslich nicht anders zu helfen, als starke Granitplatten über die verticalen Oeffnungen zu placiren, um dieses gefährliche Schleudern zu verhindern. Die Leistung einer Röhre betrug 1 Cubikmeter Sand in zwei Minuten aus einer Tiefe von 20 Meter. Im reinen Sand stieg dieselbe auf 600 bis 700 Cubikmeter pro Tag.

Weiters waren noch Materialzuführungsschächte vorhanden, und zwar beim Brooklyn-Caisson deren zwei, beim New-York-Caisson deren vier. Sie hatten einen Durchmesser von 0·6 Meter und wurden nach oben immer über Hochwasser verlängert. Die beiden Mündungen waren mit Thüren verschliessbar, die sich nach abwärts öffneten, so dass der ganze Schacht als Luftschleusse functionirte.

Die Luftzuführung geschah beim Brooklyn-Caisson durch sechs Dampfmaschinen von je 20 Pferdekraft. Jede dieser Maschinen betrieb zwei Compressoren von 42 Centimetern Kolbenhub und 45 Centimeter Cylinderweite, welche circa 90 Meter von der Baustelle entfernt waren. Die Leitung hatte 25 Centimeter Durchmesser und gabelte sich beim Pfeiler in zwei Leitungen von 15 Centimeter Weite, welche durch die Pfeilerhohlräume in's Innere des Caissons führten. Der Einfluss der Ebbe und Fluth auf die Pressung machte sich nur so lange fühlbar, als wasserdurchlässige Schichten durchfahren wurden. Zur Fluthzeit hatten alle Maschinen mit voller Kraft zu arbeiten, zur Ebbezeit konnten sie ganz stille stehen. Beim New-York-Caisson, dessen Versenkung erst in Angriff genommen wurde, nachdem die Fundirungsarbeiten beim ersten Pfeiler beendet waren, wurden zu diesen sechs Compressorengruppen noch weitere sieben hinzugefügt. Die Caissons waren auf einer Art Werfte erbaut worden. Nachdem

sie vom Stapel gelassen, wurden noch mehrere Balkenlagen aufgebracht; der Transport geschah mittelst sechs Remorqueurs.

Auf der Brooklyn-Seite fanden sich in grösserer Tiefe so viele Findlinge, dass gesprengt werden musste, was entgegen der anfänglichen Befürchtung keine üblen Folgen hatte.

Die Beleuchtung der Caissons erfolgte theils mit Kerzen, theils durch Calciumlicht, theils durch gewöhnliches Gas. Für das Calciumlicht, welches durch comprimirtes Sauerstoff- und Leuchtgas erzeugt wurde, waren 14 Brenner hergerichtet. Die Kosten der Beleuchtung betrugen beim Brooklyn-Caisson 5000 Dollars; am ökonomischesten erwies sich Gaslicht.

Trotz aller Vorkehrungen, die man gegen Feuersgefahr getroffen hatte, brach im Brooklyn-Caisson wiederholt Feuer aus. Jenes vom 2. December 1871 nahm grössere Dimensionen an und nöthigte zur Unterwassersetzung; der Schaden konnte aber wieder reparirt werden, und obwohl das Feuer bis in die sechste Balkenlage vorgedrungen war, hatte die Luftdichtheit des Caissons nicht gelitten.

Die Senkung des Brooklyn-Caissons wurde im März 1870 begonnen, und war Juli 1872 beendet. Die zu excavirende Masse betrug über 15.000 Cubikmeter. Der Caisson enthielt 3143 Cubikmeter Holz und 250 Tonnen Eisen. Leitende Ingenieure bei der Fundirung waren Col. Paine und Mr. Collingwood.

Eine der bedeutensten Bauten dieser Richtung ist ferner die (1877) in Ausführung begriffene Fundirung der Brücke zu Poughkeepsie über den Hudson.

Dem Berichte des Chefingenieurs Dickinson entnehmen wir Folgendes:

Die Vorarbeiten wurden am 15. September 1876 begonnen. Die ursprüngliche Compagnie hatte sich für die Ausschreibung der gesammten Bauten zur Herstellung einer Communication zum Passiren der Züge gegen eine bestimmte Pauschalsumme ausgesprochen und es war demnach der erste und wichtigste Punkt, Untersuchungen über die Beschaffenheit des Bodens anzustellen, um hinsichtlich der zu leistenden Fundirungsarbeiten in's Klare zu kommen.

Die Resultate der ausgeführten Sondirungen, welche unter der Direction der American Bridge Co. vorgenommen wurden

ergaben, dass es genüge, beim Westpfeiler auf 31 Meter, beim Ostpfeiler auf 37 Meter zu gehen. Für die beiden mittleren Pfeiler ergab sich die nöthige Fundirungstiefe mit 24 Meter, um in compacten Thon zu kommen.

Die Wassertiefe beträgt 15 bis 18 Meter.

Das Material, durch welches die Pfeiler zu senken sind, zeigte sich bei 12 bis 20 Meter Tiefe aus Schlamm, Lehm und sandigem Thon bestehend und frei von grossen Steinen.

Der Caisson für den Ost- und Westpfeiler wird 30·5 Meter lang, 15·2 breit, er gestattet eine Pressung von 34 Tonnen pro Quadratmeter Basisfläche; die Caissons für die zwei mittleren Pfeiler werden 18·2 Meter weit und 30·5 Meter lang, mit einer zulässigen Pressung von 30 Tonnen pro Quadratmeter Basisfläche bei der Maximalbelastung von Pfeiler und Brücke.

Der Caisson wird aus dem Holze der gelben Fichte (yellow pine) und Schierlingstanne (hemlock timber) erbaut, die Theile werden durch Umrahmung und Verbolzung befestigt. Der Innenraum wird durch 4 Längs- und 7 Querscheidewände von 0·9 Meter Dicke in 40 Kammern getheilt. Zwölf dieser Kammern von 3·7 Meter im Quadrat sind unten offen, durch sie soll das Material excavirt werden.

Die äusseren und mittleren Kammern sind am Boden auf eine Tiefe von 4·6 Meter durch fest verbundene Balken geschlossen; dieser Boden bildet nach abwärts eine keilförmige Schneide.

Die geschlossenen Räume innerhalb der Schneiden mit eisenbeschuhten Keilflächen enthalten das Gewicht, welches nöthig ist, um den Caisson am Platze zum Sinken zu bringen.

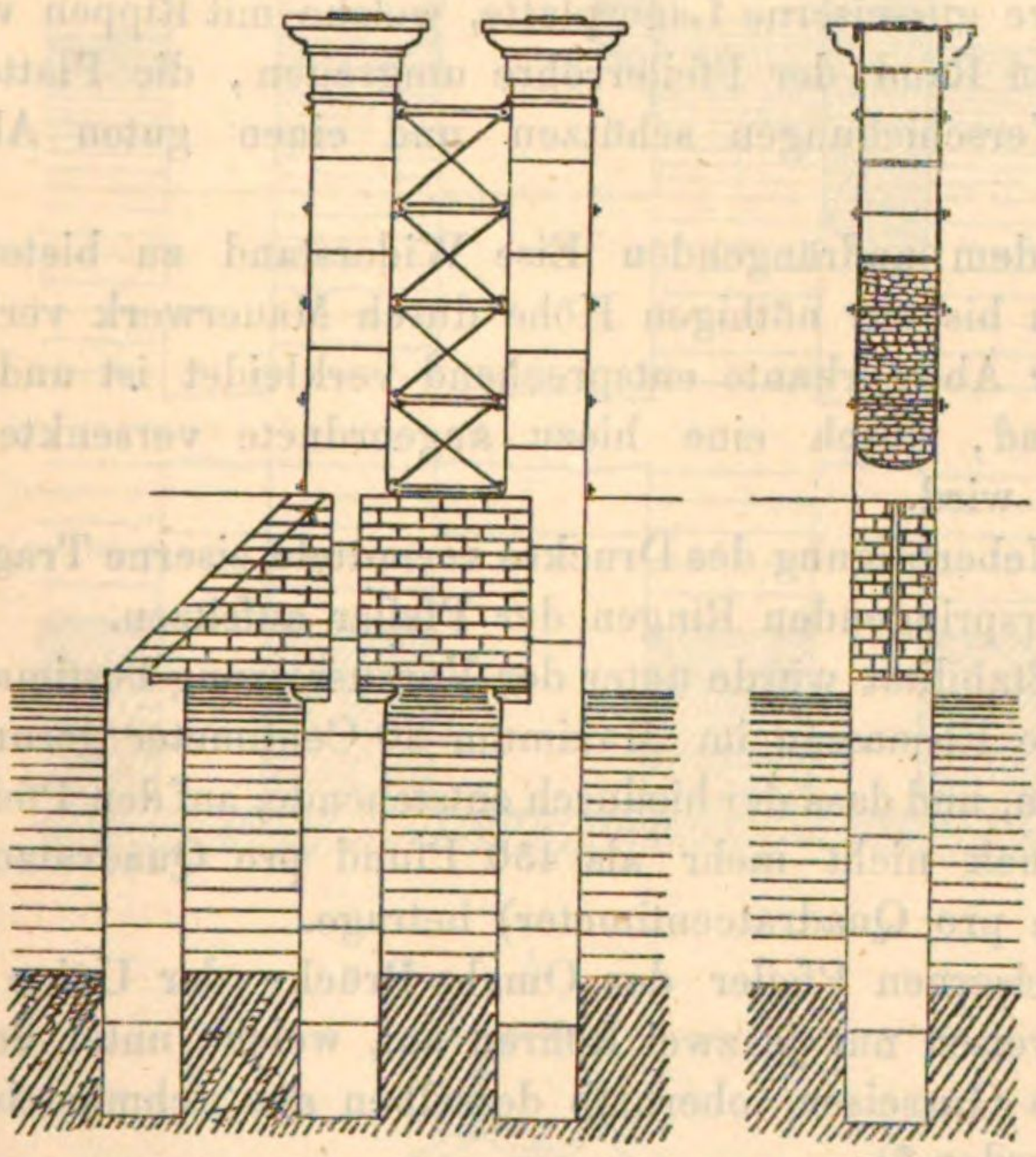
Ist der Caisson am rechten Platze, so werden alle Kammern bis zu einer Tiefe von 7·6 Meter unter dem Wasserspiegel mit Concrete ausgefüllt. Von genannter Höhe an wird das Mauerwerk beginnen.

Jeder Caisson verlangt an 2830 Cubikmeter Holz, 108 Tonnen Schmied- und Gusseisen und 7640 Cubikmeter Concrete.

Nicht selten sind, um die grossen Kosten einer soliden Pfeilerherstellung für die erste Anlage zu vermeiden, die eisernen Brückenträger provisorisch auf Holzjoche gestellt worden. Die Ueberbrückungsstelle wurde in diesem Falle gleichlaufend mit

der künftigen definitiven Achse der Communication gewählt, um einerseits die Möglichkeit des Hinüberschiebens auf die später erbauten, soliden Pfeiler zu erreichen, und andererseits die provisorische Unterstützung als Gerüst während der Errichtung der bleibenden Pfeiler benützen zu können.

Fig. 91.



Röhrenpfeiler der American Bridge Co.

Eine namentlich von der American Bridge Co. zur Durchführung gekommene Construction bilden die bei uns längst bekannten und benützten Röhrenpfeiler, deren Anordnung aus Fig. 91 ersichtlich ist.

Die gusseisernen Röhren werden pneumatisch versenkt und von unten auf mit Beton und der obere Theil der Röhre, der direct die Lagerplatte aufzunehmen hat, auf eine Höhe von etwa 2 Meter mit solidem Steinmauerwerk in Schichten ausgefüllt.

Das Gewicht der Träger selbst wird lediglich durch die Füllung auf den Untergrund übertragen, so dass die Röhren ausser dem durch ihr Eigengewicht erzeugten keinen weiteren Druck aufzunehmen haben und einzig die schützende Hülle repräsentiren.

Auf der obersten Schichte des Füllungsmauerwerkes ruht eine massive gusseiserne Lagerplatte, welche mit Rippen versehen ist, die den Rand der Pfeilerröhre umgreifen, die Platte gegen seitliche Verschiebungen schützen und einen guten Abschluss herstellen.

Um dem andrängenden Eise Widerstand zu bieten, sind die Röhren bis zur nöthigen Höhe durch Mauerwerk verbunden, das an der Abwehrkante entsprechend verkleidet ist und, schief vorspringend, durch eine hiezu angeordnete versenkte Röhre unterstützt wird.

Die Uebertragung des Druckes vermitteln eiserne Tragbarren, die auf vorspringenden Ringen der Pfeiler aufsitzen.

Die Stabilität wurde unter der Voraussetzung bestimmt, dass antreibende Eismassen im Maximum 30 Centimeter gesunde Eisdicke haben, und dass der hiedurch entstehende, auf den Pfeiler ausgeübte Druck nicht mehr als 450 Pfund pro Quadratzoll (31·6 Kilogramm pro Quadratcentimeter) betrage.

Die eisernen Pfeiler der Omaha-Brücke der Union Pacific Railroad weisen nur je zwei Röhren auf, welche unter dem Nullwasser aus Gusseisen, oberhalb desselben aus Schmiedeisen hergestellt wurden.*)

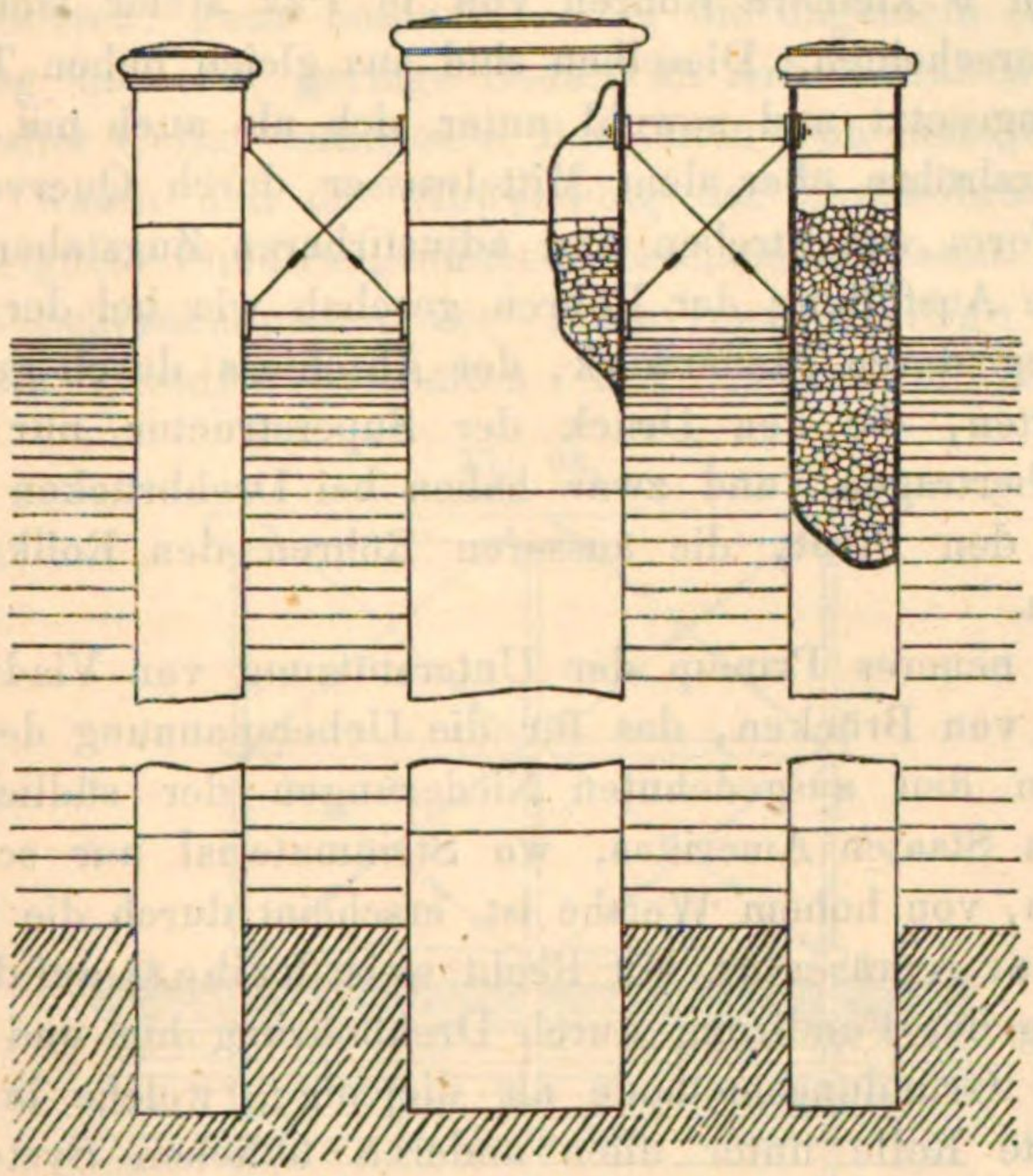
Eine von der beschriebenen etwas abweichende Anordnung zeigen die eisernen Drehpfeiler, welche von der American Bridge Co. bei mehreren ihrer grossen Drehbrücken construirt wurden.

Behufs einer kurzen Darlegung dieser interessanten Durchführung bringen wir in Fig. 92 a und b Ansicht und Grundriss des Pivotpfeilers der Taunton River-Brücke zu Fall River, Massachusetts. Derselbe besteht aus einer schmiedeisernen Röhre

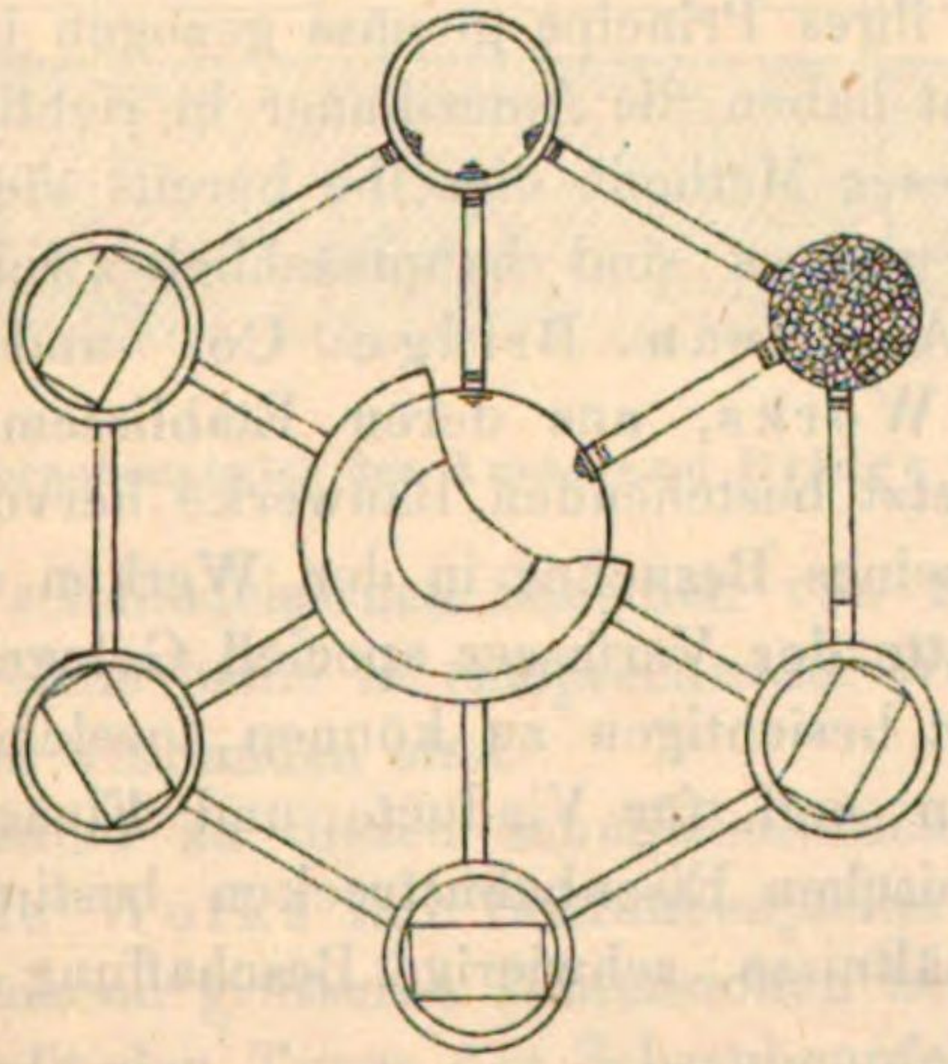
---

*) Siehe auch Schön, Mittheilungen über Brückenbauten in Nordamerika, „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines", 1873, S. 191, m. Abb.

Fig. 92 *a*.



b.



Central-Röhrenpfeiler für Drehbrücken der American Bridge Co.

von 2·44 Meter Durchmesser, um welche aussen in gleichen Abständen 6 kleinere Röhren von je 1·22 Meter Durchmesser gruppirt erscheinen. Dieselben sind aus gleich hohen Trommeln zusammengesetzt und sowohl unter sich als auch mit der starken Centralröhre über dem Mittelwasser durch Querverbindungen in Form von Streben und adjustirbaren Zugstäben verbunden. Die Ausfüllung der Röhren geschah wie bei der früheren Anordnung durch Mauerwerk, der Abschluss durch gusseiserne Lagerplatten, die den Druck der Superstructur nur auf das Innere übertragen, und zwar haben bei Drehbrücken die Centralröhre den Pivot, die äusseren Röhren den Rollkranz aufzunehmen.

Ein neueres Princip der Unterstützung von Viaducten sowohl wie von Brücken, das für die Ueberspannung der breiten Ströme in den ausgedehnten Niederungen der südlichen und westlichen Staaten Amerikas, wo Steinmaterial nur schwer zu beschaffen, von hohem Werthe ist, erscheint durch die Schraubenpfeiler repräsentirt. Mit Recht weist Rziha*) auf die grosse Bedeutung der Fundirung durch Drehbohrung hin und bezeichnet diese Gründungsmethode als diejenige, welche in Zukunft die grösste Rolle unter allen anderen üblichen Systemen zu spielen berufen ist, da man mittelst ihrer jene Tiefengrenze weitaus überschreiten kann, welche der pneumatischen Versenkung der Natur ihres Princips gemäss gezogen ist.

In der That haben die Amerikaner in richtiger Erkenntniss der Vortheile dieser Methode dieselbe bereits vielfach in Anwendung gebracht, und es sind hauptsächlich zwei grosse Gesellschaften, die American Bridge Co. und die Phönixville Bridge Works, aus deren Etablissements die hieher gehörigen, bis jetzt bestehenden Bauwerke hervorgegangen.

Während seines Besuches in den Werken der letztgenannten Company hatte der Verfasser speciell Gelegenheit, Constructionen dieser Art besichtigen zu können, welche eben in Ausführung begriffen und für Viaducte und Flussüberbrückungen auf südamerikanischen Eisenbahnstrecken bestimmt waren, wo die localen Verhältnisse, schwierige Beschaffung von tragfähigen

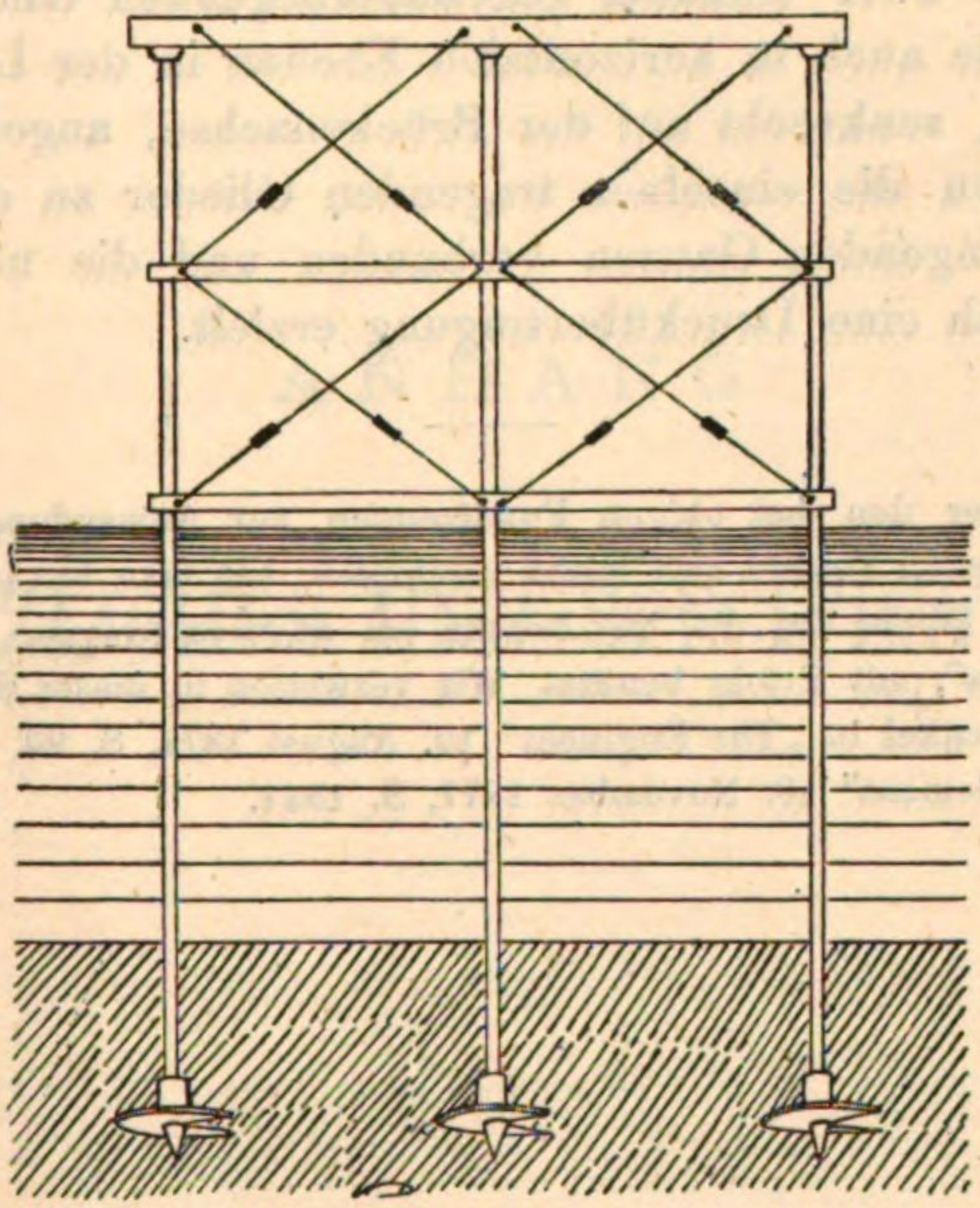
---

*) Rziha, „Eisenbahn-Unter- und Oberbau", II. Band, Wien 1877.

Bausteinen, die grosse Tiefe der zu durchbrechenden lockeren Bodenschichten, ganz besonders aber die ungemein erleichterte Errichtung und der geringe Bedarf an Arbeitskräften, der für die von aller Cultur entlegenen Baustätten von massgebendstem Einflusse waren und die Anwendung der Drehbohrung als die allein geeignete Fundirungsmethode erscheinen liessen.

Die Schraubenpfeiler der American Bridge Co. bestehen aus gewalzten Schäften von 15 bis 20 Centimeter

Fig. 93.



Schraubenpfeiler der American Bridge Co.

und gleichfalls schmiedeisernen Scheiben von 1·2 bis 1·8 Meter Durchmesser, welche beide in entsprechender Weise unveränderlich mit einander verbunden sind.

Im Gegensatze zu diesen schmiedeisernen Pfeilern stellen die Phönixville Works ihre Schraubenpfeiler ganz aus Gusseisen in entsprechend grösseren Dimensionen her.

Fig. 93 stellt den Typus der Schraubenpfeiler vor, wie er von der American Bridge Co. bei Flussüberbrückungen

durchgeführt wird. Ein solcher Pfeiler besteht gewöhnlich aus zwei gegenüberstehenden Reihen von je drei Schäften, welche, bis zur gehörigen Tiefe eingebohrt, oben einen eisernen Querträger unterstützen, welcher mit ihnen fest vernietet ist und direct die Fahrbahn aufzunehmen hat. Zwischen demselben und dem Wasserniveau sind noch zwei oder drei Felder durch horizontale, gleichfalls mit den Schäften fest verbundene Streben gebildet und in jedem derselben zwei adjustirbare Zugschliessen angebracht. In gleicher Weise sind auch Querverbindungen zwischen je zwei einander gegenüberliegenden Gliedern beider Reihen, sowie auch in horizontalen Ebenen in der Längsrichtung des Pfeilers, senkrecht auf der Brückenachse, angeordnet. Dadurch werden die einzelnen tragenden Glieder zu einem festen, zusammenhängenden Ganzen verbunden und die nöthige Stabilität wie auch eine Druckübertragung erzielt.

Gegenüber den bei obigen Fundirungen zur Anwendung gekommenen Sandpumpen, deren Ventile sich leicht verstopfen, hat man bekanntlich bei der Gründung der Pfeiler für die Tay-Brücke ein anderes System, „Reeves Pneumatic excavators", mit Erfolg benützt. Wir verweisen in dieser Hinsicht auf die interessanten Artikel in „The Engineer" 10. August 1877, S. 99, und „Scientific American Supplement" 10. November 1877, S. 1541.

ANHANG.

GESETZLICHES UND SPECIFICATIONEN.

SPECIFICATION FÜR BRÜCKEN UND TRESTLE WORKS

der Cincinnati Southern Railway 1. Juni 1876*).

Die Brücken sind entweder aus Eisen, Holz oder aus einer Combination beider Materialien zu construiren.

Die Contractoren haben den Generalplan mit Detailzeichnungen und den Kräfteplänen der zu errichtenden Brücken oder Viaducte zu belegen, soll ihr Anerbieten in Betracht gezogen werden.

Brücken mit untenliegender Fahrbahn (Through bridges) müssen mindestens ein lichtes Profil von 4·267 Meter (14 Fuss) Weite und 5·639 Meter (18 Fuss 6 Zoll) Höhe, von der Schienenoberkante gemessen, aufweisen.

Rollende Last. Alle Theile der Brücken und Trestles müssen derartig dimensionirt werden, dass sie die Passirung nachstehender rollender Last mit einer Geschwindigkeit von nicht weniger als 48·3 Kilometer (30 engl. Meilen) pro Stunde zu ertragen vermögen, und zwar zwei gekuppelte Locomotiven, jede

---

*) Bridges will be constructed either in iron, wood, or a combination of both.

Contractors will furnish a general plan with detail drawings and diagrams of strains, for all bridges and iron trestles, otherwise, their tenders will not be considered.

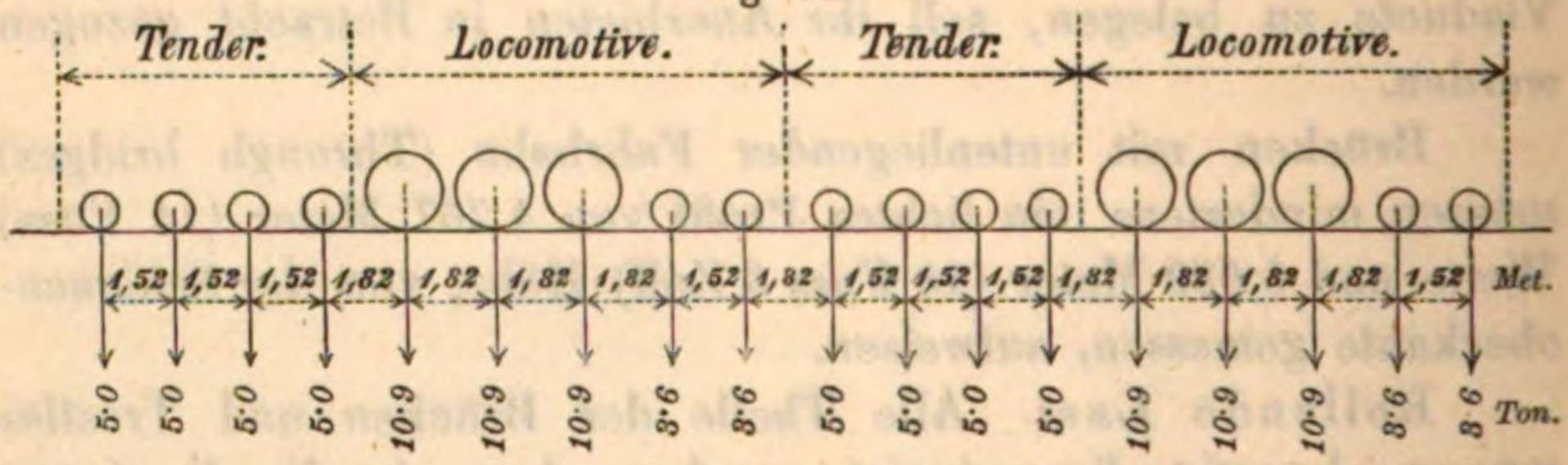
Through bridges must not be less than fourteen (14) feet in width in the clear, and eighteen feet six inches ($18^1/_2$) in height in the clear, measuring from the top of the rail.

Rolling Load. All parts of the bridges and trestles must be proportioned to sustain the passage of the following rolling load, at a speed of not less than thirty miles per hour, viz: two locomotives coupled, each weighing thirty-six tons on drivers, in a space of twelve feet; total weight of each engine and tender loaded, sixty-six tons in a space of fifty feet, and followed by loaded cars weighing twenty tons each in a space of twenty-two feet. Weight of locomotive and tender to be distributed according to the following diagram. An addition of thirty per cent will be made to the strains produced by the rolling

mit 32·7 Tonnen (36 Tons engl.) Druck auf die Triebräder, wobei der Abstand der äusseren Radpaare einer Locomotive 3·658 Meter (12 Fuss), das Totalgewicht je einer Maschine sammt beladenem Tender 59·9 Tonnen (66 Tons) auf eine Länge von 15·240 Meter (50 Fuss) betragen soll und den Locomotiven beladene Wagen à 19·1 (20) Tonnen bei einer Länge von je 6·7 Meter (22 Fuss) folgen. Die Vertheilung der Locomotiv- und Tenderdrücke ist nach beifolgendem Schema (Fig. 94) anzunehmen.

Bei Berechnung der Querträger, Längsträger, Viaductspfosten, Gegendiagonalen, sowie bei allen anderen Theilen, welche unter der plötzlichen Einwirkung einer rasch bewegten Last stehen, sind die Inanspruchnahmen, welche die rollende Belastung statisch betrachtet hervorbringt, um 30 Procent zu vermehren.

Fig. 94.



Ein ähnlicher Zuschlag von 50 Procent ist den Inanspruchnahmen der Aufhängeglieder hinzuzufügen.

---

load (considered as static) in the calculation of floor beams, stringers, trestle post counter-rods, and all other parts which are liable to be thrown suddenly under by the passage of a rapidly moving load. A similar addition of fifty per cent. will be made to the strain on suspension links. Bridges must not deflect under the passage of such a train, more than one twelve-hundredth of their length, and shall return to their original camber. In bridges and trestles, lateral and vertical lateral rods and struts must be of sufficient strength to resist, in addition to the live and dead loads, a pressure of wind equal to $31\frac{1}{2}$ pounds per square foot when the structure is covered with passengers cars, unless otherwise specified.

Dimensions of Parts. The iron work shall be so proportioned that the weight of the structure including the floor, with one-hundred and twenty-five pounds per lineal yard added for rails, spikes and joints, together with the above specified rolling load, shall in no part cause a tensile strain of more than ten thousand pounds, per square inch of sectional area, nor a shearing strain of more than seven thousand five hundred pounds to the square inch.

Die Brücken dürfen sich beim Passiren einer derartigen Last um nicht mehr als ein Zwölfhundertstel ihrer Länge durchbiegen und sollen wieder vollständig in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren. Bei Brücken und Trestles müssen — vorausgesetzt, dass nichts Anderes specificirt wird — die seitlichen und verticalen Stäbe und Pfosten Inanspruchnahmen widerstehen, bei welchen nebst der lebenden und todten Last ein Winddruck von 153·8 Kilogramm pro Quadratmeter (31·5 Pfund pro Quadratfuss) berücksichtigt erscheint, wobei die Brücke mit Personenwagen bedeckt anzunehmen ist.

Dimensionirung der Theile. Die Eisenbestandtheile sollen so dimensionirt werden, dass das Gewicht der Construction sammt Decke, vermehrt um 62 Kilogramm pro laufenden Meter (125 Pfund pro Yard) für Schienen, Nägel und Laschen, zusammen mit der oben detaillirten rollenden Last in keinem Theile eine grössere Inanspruchnahme als 703 Kilogramm pro Quadratcentimeter Querschnittsfläche (10.000 Pfund pro Quadratzoll), noch eine scheerende Kraft von mehr als 527 Kilogramm pro Quadratcentimeter (7500 Pfund pro Quadratzoll) erzeugt. Die zulässige Inanspruchnahme auf Druck ist nach dem Verhältnisse des Durchmessers zur Länge des Pfostens in Uebereinstimmung mit der Rankine'schen Formel zu reduciren, wobei der Sicherheitsfactor gleich 5 anzunehmen ist und die Säulenlänge die 48fache Länge

---

The strain in compression will be reduced with the ratio of diameter to length of post, according to the Rankine formula, with a factor of safety of one-fifth, length of columns not to exceed 48 diameters. Columns for testing shall be furnished without charge by the contractor if required by the engineer. Experiments will be made under the direction of the Engineer, to determine the limit of elasticity, and the values of the constants to be applied in the formula. In all members subject to transverse strains, the maximum compression must not be more than eight thousand pounds per square inch. The thickness of metal in columns must not be less than $^1/_{30}$ of the width of plate between supports, nor less than $^1/_4$" when both faces are accessible, and $^5/_{16}$" when one face only is accessible.

The shearing strain on pins must not be more than 7500 pounds per square inch; the strain on extreme fibres caused by bending must not exceed 15.000 pounds per square inch. The mean pressure on semiintrados of eyes not more than 10.000 pounds. The eye must not be less in strength than the body of the bar.

des Durchmessers nicht überschreiten darf. Säulen zur Erprobung sind auf Verlangen des Ingenieurs von Seite des Contractors unentgeltlich beizustellen. Die Experimente zur Feststellung der Elasticitätsgrenze und der in der Formel anzuwendenden Constanten sind unter Leitung des Ingenieurs vorzunehmen.

Bei allen Constructionstheilen, welche der Einwirkung seitlich wirkender Kräfte unterworfen sind, darf das Maximum des Druckes nicht mehr als 562 Kilogramm pro Quadratcentimeter (8000 Pfund pro Quadratzoll) betragen. Die Metallstärke in Säulen darf nicht weniger als $^1/_{30}$ der Breite der „Platte" zwischen den „Supports" und keinesfalls weniger als 6 Millimeter ($^1/_4$ Zoll), wenn beide Ansichtsflächen zugänglich, respective 8 Millimeter ($^5/_{10}$ Zoll), wenn nur eine derselben zugänglich ist, betragen.

Die Beanspruchung auf Scheerfestigkeit in den Dornen (Pins) der Gelenke darf nicht mehr als 527 Kilogramm pro Quadratcentimeter (7500 Pfund pro Quadratzoll) betragen; die in den äussersten Fasern durch Biegung verursachten Spannungen dürfen nicht 1055 Kilogramm pro Quadratcentimeter (15.000 Pfund pro Quadratzoll) überschreiten. Die Hauptpressung auf die halbe Innenfläche der Augenöffnungen an den Gelenken soll nicht grösser als 703 Kilogramm pro Quadratcentimeter (10.000 Pfund) sein. Die Augen dürfen nicht weniger widerstandsfähig als der Stab gehalten werden.

Quality of iron. Iron used under tensile strain, shall be tough, ductile, of uniform quality, and capable of sustaining fifty-five thousand pounds per square inch of sectional area without fracture, and twenty-five thousand pounds per square inch of area, with a smart blow from a hammer while under strain, without taking a permanent set. The reduction of area at breaking point shall average twenty-five per cent; elongation fifteen per cent; when cold it must bend without sign of fracture from ninety to one hundred and eighty degrees.

Iron used under compressive strain must be tough, fibrous, of uniform quality, and capable of sustaining twenty-five thousand pounds per square inch of area without taking a permanent set.

The Engineer will have the privilege at any time to select any of the bars manufactured for the bridge, cut from the same specimen bars one and one-half inches in diameter and twelve inches long, and submit them to the foregoing tests. Should the bars thus tested fail to stand the tests, this will be considered sufficient evidence that the iron used does not comply with the requirements of the specifications.

Qualität des Eisens. Das Eisen, welches Zugspannungen ausgesetzt wird, soll zähe, dehnbar, von gleichförmiger Qualität und fähig sein, 3867 Kilogramm pro Quadratcentimeter (55.000 Pfund pro Quadratzoll) Querschnittsfläche aufzunehmen, ohne zu reissen, sowie eine Anspannung von 1758 Kilogramm pro Quadratcentimeter (25.000 Pfund pro Quadratzoll) bei gleichzeitiger Ertheilung eines lebhaften Schlages mit einem Hammer zu ertragen, ohne hiebei eine bleibende Dehnung zu erfahren. Die Reduction der Fläche am Brechpunkte soll im Mittel 25 Procent, die Elongation 15 Procent sein; bei kaltem Biegen muss es Biegungen von 90 bis 100 Grad ertragen, ohne Spuren des Brechens zu zeigen.

Eisen, welches Druckspannungen zu widerstehen hat, muss zähe, faserig, von gleichförmiger Qualität und fähig sein, 1758 Kilogramm pro Quadratcentimeter Querschnittsfläche (25.000 Pfund pro Quadratzoll) aufzunehmen, ohne eine bleibende Verkürzung zu erleiden.

Der Ingenieur hat das Privilegium, zu jeder Zeit unter den für den Brückenbau bestimmten Stäben beliebige Exemplare auszuwählen, sie für Probestücke von 38 Millimeter ($1^1/_2$ Zoll) Durchmesser und 305 Millimeter Länge (12 Zoll) zurichten zu lassen und diese den oben angeführten Proben zu unterziehen.

Bestehen die Stäbe diese Probe nicht, so soll dies bis zur Evidenz genügen, die Nichterfüllung der in den Bedingungen verlangten Ansprüche zu erweisen.

All bars subject to tensile strain shall be tested by the contractor, under the direction of the Engineer, to twenty thousand pounds per square inch of sectional area, with a smart blow from a hammer while under strain, without permanent set. While under the test strains, should any bar extend or contract more or less than it should do according to coefficients of extension and contraction previously determined from experimental tests of sample bars of the grade of iron to be used, all such bars shall be rejected, for this or any other imperfection. A variation of $^1/_{1000}$ of an inch per foot each way for a strain of twenty thousand pounds per square inch of area will be allowed. Bars subject to shearing strain shall be of the best quality of iron, and subject to such tests as the Engineer may desire.

Every bid must be accompanied by six specimen bars, one and one-half inches in diameter, and twelve inches long, stamped with the name of the bidder, and to be of the quality of iron that is intended to be used. All iron used must be equal in strength and all other qualities to the specimen bars.

Alle Zugstäbe sollen von dem Contractor unter der Leitung des Ingenieurs auf 1406 Kilogramm pro Quadratcentimeter (20.000 Pfund pro Quadratzoll) Querschnittsfläche geprüft werden und hiebei bei gleichzeitiger Ertheilung eines lebhaften Hammerschlages keine nachträgliche bleibende Setzung zeigen.

Sollte sich unter der Einwirkung der während der Probe auftretenden Kräfte irgend ein Stab mehr oder weniger verlängern oder verkürzen, als dies den Coëfficienten für die Ausdehnung und Zusammenziehung entspricht, welche auf Grund der mit den übrigen erprobten Stäben derselben Eisensorte erzielten Erfahrungen vorläufig bestimmt wurden, so sollen derartige Stäbe für die beabsichtigte oder irgend eine andere Verwendung verworfen werden. Eine Variation von $^1/_{12000}$ der Länge des Probestückes bei einer Beanspruchung von 1406 Kilogramm pro Quadratcentimeter (20.000 Pfund pro Quadratzoll) Querschnittsfläche ist gestattet. Stäbe, welche der Einwirkung scheerender Kräfte unterworfen werden, sollen aus der besten Eisensorte hergestellt und solchen Proben unterzogen werden, welche der Ingenieur als wünschenswerth hinstellt.

Jedes Angebot muss mit sechs Stabproben von 38 Millimeter Durchmesser und 305 Millimeter Länge belegt sein, welche mit dem Stempel des Anbotstellers versehen sind und aus jener Eisensorte bestehen, deren Verwendung beabsichtigt wird. Alles verwendete Eisen muss von gleicher Festigkeit und von der Qualität der eingesandten Probestücke sein.

Castings must be made of good tough cast iron; metal not less than three quarters of an inch in thickness, and be subjected to the following test: A bar of iron five feet long, one inch square, four feet six inches between supports, shall bear a weight of five hundred and fifty pounds suspended at the center. The Engineer may at any time require such specimen bars to be cast from the same metal as that used in the structure. No castings will be permitted except in the minor details.

Workmanship. All workmanship must be first-class. All abutting joints must be planed or turned in a plane perpendicular to the line of strain. One sixty-fourth of an inch will be the maximum error allowed in eye bars, and not more than one hundredth of the diameter of the pin or hole. Pin holes must be bored — not punched — on a true perpendicular to the line of strain. Pins must be turned true to size and straight.

In riveted work all joints shall be square and truly dressed. Rivet holes shall be spaced accurately and directly opposite each other. Rivets must be of

Gusseiserne Stücke müssen aus gutem, zähem Gusseisen bestehen, die Metallstärke soll nirgends weniger als 19 Millimeter ($^3/_4$ Zoll) betragen und folgenden Proben entsprechen: Ein 1·52 Meter (5 Fuss) langer Quadrateisenstab von 25·4 Millimeter (1 Zoll) Seitenlänge soll, auf 1·37 Meter (4 Fuss 6 Zoll) von einander entfernte Stützen gelegt, ein in der Mitte aufgehangenes Gewicht von 249·5 Kilogramm (550 Pfund) tragen*). Der Ingenieur kann zu beliebiger Zeit derartig geformte Stäbe verlangen, welche aus demselben Metalle gegossen sind, das für die Construction zur Verwendung kommt. Die Anwendung des Gusseisens wird nur bei untergeordneten Details gestattet.

Alle Arbeitsausführungen müssen erster Classe sein. Alle Stossflächen müssen als Ebenen senkrecht zur Linie der auftretenden Kräfte glatt gehobelt oder abgedreht werden. $^4/_{10}$ Millimeter ($^1/_{64}$ Zoll) ist der Maximalfehler, welcher in den Augen gestattet wird und der überhaupt nicht mehr als $^1/_{100}$ des Durchmessers der Oeffnung oder des Bolzens (pin) betragen darf.

Die Löcher für die Dorne müssen gebohrt und dürfen nicht gepunzt werden und müssen senkrecht zur Richtung der auftretenden Kräfte stehen. Die Dorne selbst müssen gerade und genau nach Ausmass gedreht werden.

Bei Nietconstructionen sollen alle Verbindungen genau und passend zusammengearbeitet werden. Die Nietlöcher sollen genau bemessen sein und direct über einander fallen. Die Nieten selbst

---

*) Die aus dieser Belastungsweise nach der bekannten Biegungsformel, welche freilich für so hohe Belastungen nicht mehr genaue Giltigkeit hat, berechnete Maximalbeanspruchung ergäbe sich hieraus mit 3130 Kilogramm (44.550 Pfund) pro Quadratcentimeter für Zug und Druck.

---

the best quality of iron, and must completely fill the holes. The area of rivets shall not be less than the sectional area of the joined pieces. The shearing strain on rivets must not exceed 7500 pounds per square inch, no allowance being made for the friction between the united parts. In compressive members, the distance from center to center of rivets must not exceed sixteen times the thickness of plates, and the sectional area of rivets in one segment in the distance of two diameters from the end must not be less than the sectional area of the segment.

The rivets must be uniformly heated when used.

Ends of bars having threads upon them must be enlarged beyond the diameter of the bar, enough to make the bar full size at the bottom of the thread.

müssen aus den besten Eisensorten hergestellt werden und sollen das Loch vollständig ausfüllen. Die Querschnittfläche der Nieten soll nicht kleiner als der Querschnitt der zu verbindenden Stücke sein. Die Beanspruchung auf Scheerfestigkeit darf 527 Kilogramm pro Quadratcentimeter (7500 Pfund pro Quadratzoll) nicht überschreiten; es ist nicht gestattet, auf die Reibung zwischen den zu vereinigenden Stücken zu rechnen. In gedrückten Theilen darf die Entfernung der Nietmittelpunkte die 16fache Dicke der Platten nicht überschreiten und muss die Querschnittsfläche der Nieten für ein Segment von der Länge des doppelten Durchmessers aus den Enden nicht kleiner als der Querschnitt des Segmentes sein.

Sämmtliche Nieten müssen bei ihrer Verwendung gleicher Hitze ausgesetzt werden.

Die Enden der Stäbe müssen über die Verbindungsstellen hinaus um den Durchmesser des Stabes verlängert werden, um hiedurch den Stab mit vollem Querschnitt im Verbindungspunkte in Action treten zu lassen.

Unterlagsplatten und Schraubenmuttern müssen passend aufsitzen.

Alles Eisen muss, ehe es aus der Fabrik kommt, an allen zugänglichen Stellen mit einem einmaligen Metallfarbeanstrich, alle unzugänglichen Stellen mit einem zweimaligen Anstrich von Mennig versehen werden, ausserdem sind nach vollendeter Montirung die zugänglichen Stellen mit einem zweimaligen Mennig-

---

Washers and nuts must have a uniform bearing.

All iron must be painted before leaving the factory, with one coat of metallic paint on all surfaces accessible on the structure, and two coats of red lead and oil on all surfaces inaccessible on the structure, and two additional coats of lead and oil on accessible surfaces after the structure is erected. The scales must be washed off with diluted acid before the first coat of paint is applied and before riveting, the acid being neutralized by immersion of the iron in lime water.

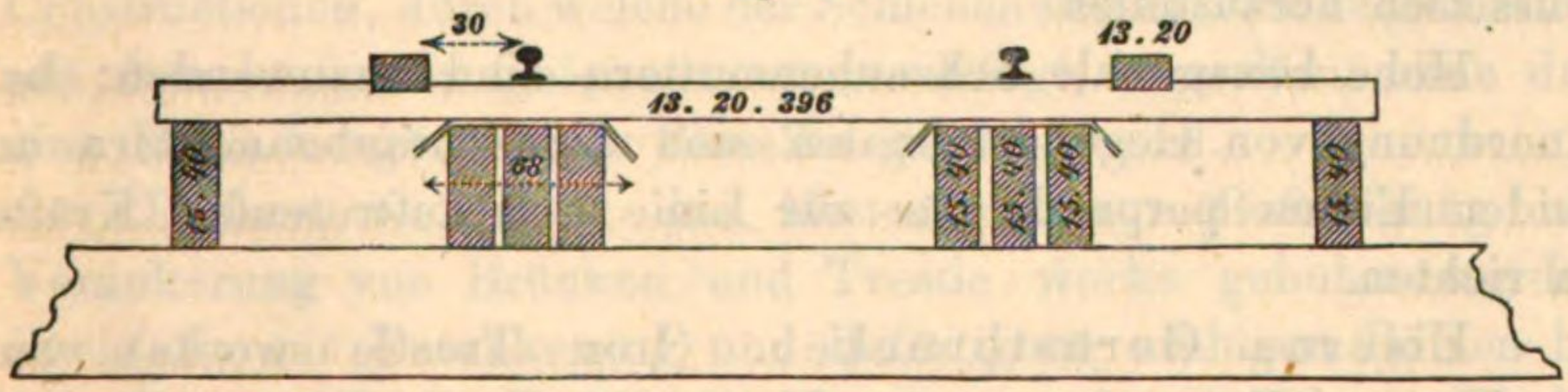
Timber.

The timber shall be of white or yellow pine, or other kind of timber approved by the Engineer, sawed true to size and out of wind, free from wind shakes, large or loose knots, decayed wood, sap, or any defect that will impair its strength or durability. No sap angle will be allowed. All timber must be inspected by the Engineer and none used without his approval. All framing must be done in a thorough and workmanlike manner.

Anstrich zu versehen. Der Hammerschlag muss mit verdünnter Säure abgewaschen und die hiebei noch anhängende Säure durch Eintauchen des Stabes in Kalkwasser neutralisirt werden, ehe man den ersten Anstrich herstellt.

Das Werkholz soll von der Fichte oder Tanne stammen oder irgend einer anderen von Seite des Ingenieurs genehmigten Holzgattung angehören, genau nach Mass gesägt, frei von Windrissen, losen oder grossen Knoten, morschen Stellen, Splint oder irgend einem Fehler sein, welcher seine Festigkeit oder Dauerhaftigkeit beeinträchtigten würde. Die Ecken müssen splintfrei sein. Alles Werkholz muss von dem Ingenieur inspicirt werden und darf ohne seine Genehmigung nicht in Gebrauch kommen. Alle Gerüste müssen in einer vollkommenen und handwerksmässigen (workmanlike) Manier hergestellt werden.

Fig. 95.



Die Querschwellen müssen aus bestem Steineichen-Holz hergestellt, und dürfen, wenn nicht specielle Bedingungen gestellt werden, nicht kürzer als 3·96 Meter (13 Fuss) sein. Sie kommen

---

Ties must be of the best quality of white oak, not less than thirteen feet in length, unless otherwise specified. Must be placed one foot from center to center, and every alternate tie must be fastened to the stringer at both ends.

Guard Timbers five inches by eight inches, must be placed about one foot outside the rails, must be closely notched one inch on each tie and bolted to the ties every four feet.

Angle Irons, three (3) inches by three (3) inches by three-eighths ($^3/_8$) of an inch, must be spiked to the guard timber every eighteen inches alternately on the top and side. The spike holes must be counter-sunk to receive the heads of the spikes.

Wooden Bridges.

Angle-blocks, tubes, splicing keys, washers, parting blocks, brace shoes and bridge seats are to be made of cast iron.

High hexagonal nuts are to be used; when used on truss-rods the nuts are to be dressed on both ends perpendicular to the line of the rod.

in eine Entfernung von 305 Millimeter (1 Fuss) von Schwellenmitte zu Schwellenmitte zu liegen. Jede zweite Schwelle ist an beiden Enden auf den Längsträgern zu befestigen.

305 Millimeter (1 Fuss) ausserhalb der Schienen sind Sicherheitsschwellen von 127 . 203 Millimeter (5 . 8 Zoll) Querschnitt anzubringen; dieselben sind alle 122 Centimeter (4 Fuss) mit den Schwellen zu verbolzen und 25 Millimeter (1 Zoll) in jede Schwelle einzulassen. Gleichschenkelige Winkeleisen von 76 Millimeter Schenkellänge und 9·5 Millimeter Stärke (3 . 3 . $^3/_8$ Zoll) sind alternirend am oberen und unteren Schenkel alle 46 Centimeter (18 Zoll) mittelst Nägeln zu befestigen. Die Köpfe der Nägel sind zu versenken.

Holzbrücken. Die Schuhe an Winkelstössen, die Verbindungslaschen, röhrenförmigen Schuhe, Unterlagsscheiben, Theilblöcke, Pfostenschuhe überhaupt und Auflagerplatten sind aus Gusseisen herzustellen.

Hohe hexagonale Schraubenmuttern sind anzuwenden; bei Anordnung von Gegendiagonalen sind die Schraubenmuttern an beiden Enden perpendiculär zur Linie der auftretenden Kräfte zu richten.

Eiserne Gerüstbrücken. (Iron Trestle works). Sie werden aus Trägern von 9·1 Meter (30 Fuss) Spannweite und aufwärts angeordnet, und in Verticalsectionen von 9·1 Meter oder in Theilen dieses Masses, wie es der einzelne Fall verlangt, durch Gerüste (Trestles) unterstützt.

Iron Trestle works.

Will be built in spans of thirty feet or upwards in length; supported by trestles in vertical sections of thirty feet and fractions of thirty feet, as each particular case may require.

Trestle posts must be at least ten feet from center to center at the top.

The trestle work will be measured and paid for as follows, viz:

The entire length of trestle work, measured on center line of structure, from center to center of end pins at so much per lineal foot; trestles, per vertical foot, measuring from the top of the masonry to the top of the hestle posts.

Materials in trestles must be proportioned to support the corresponding spans.

General conditions applicable to bridges and trestles.

Contractors must furnish and put in place wall plates, stringers, cross-ties, guard-rails, and angle-irons over piers and abutments of all structures so as to connect the road-way of the structure with the ballasted track. No extra allowance will be made for the same.

Die Trestlepfosten müssen wenigstens 3 Meter (10 Fuss) an der Pfeilerkrone von Mittel zu Mittel entfernt sein.

Die Gerüstbrücken werden nach folgenden Bedingungen bemessen und gezahlt, und zwar: die Länge nach dem laufenden Meter (Fuss), wobei diese in der Mittellinie der Construction von Centrum zu Centrum der Endbolzen gemessen wird, die Gerüste (Trestles) selbst nach Verticalmetern, wobei die Entfernung von der Krone des Sockelmauerwerkes bis zum obersten Punkte des Trestlepfostens in Rechnung gezogen wird.

Die Dimensionirung des Materials in den Trestles ist so vorzunehmen, dass diese den correspondirenden Trägern als Unterstützung entsprechen.

Generalbedingungen. Die Contractoren müssen alle Lagerplatten, Längsträger, Querschwellen, Sicherheitsschwellen und Winkeleisen über den Pfeilern und Widerlagern, sowie alle Constructionen, durch welche der Schienenweg auf der Construction mit dem laufenden Geleise zusammenhängt, herstellen, ohne dass eine Extra-Vergütung für dieselbe geleistet wird.

Löcher, welche in das Mauerwerk zur Befestigung und Verankerung von Brücken und Trestle works gebohrt werden, sowie die zur Verankerung und Befestigung nöthigen Bolzen hat der Contractor ohne specielle Vergütung herzustellen. Er hat ferner alle Schäden zu tragen, welche durch Hochwasser oder andere Ursachen irgend welcher Art entstehen, und hat alle

---

Holes in the masonry for fastenings and anchorage of bridges and trestles will be drilled, and the fastening and anchor bolts put in by the contractor without extra charge.

The contractor shall take all risks from floods and casualties of every description, and must furnish all materials and labor incidental to or in any way connected with the manufacture and erection of the structure.

Measurement. *Iron and combination bridges* are to be measured from center to center of end pins.

Wooden bridges are to be measured from out to out of end posts, whether the bridge be of one or more spans.

The following diagram shows the section of floor on all structures where wood stringers are used, and where the opening between floor-beams is thirteen feet. When the opening is increased or diminished, the stringers will be proportioned accordingly. The track stringers must be securely bolted to the floor-beams, and covered with No. fifteen (No. 15) galvanized iron, thirty inches (30 inches) in width, for the entire length.

Materialien und nebensächlichen Arbeiten, welche in irgend einer Weise mit der Herstellung und Errichtung der Construction im Zusammenhange stehen, zu liefern.

Ausmass. Rein eiserne Brücken sowohl als solche, die aus Eisen und Holz bestehen, werden von Centrum zu Centrum der Enddorne gemessen. Hölzerne Brücken werden von Aussenseite zu Aussenseite der Pfosten gemessen, mag die Brücke aus einer oder mehreren Spannweiten bestehen.

Fig. 95, S. 237, zeigt den Querschnitt der Bahnconstructionen, bei denen hölzerne Längsträger benützt sind und die Entfernung der Querträger 4 Meter (13 Fuss) beträgt. Ist die Entfernung eine grössere oder kleinere, so sind die Längsträger entsprechend zu dimensioniren. Jene Längsträger, welche die Geleise tragen, sind mit den Querträgern sicher zu verbolzen und auf die ganze Länge mit verzinktem Eisenblech Nr. 15 von 76 Centimeter (30 Zoll) Breite zu bedecken.

Alle Brücken oder Trestle works müssen complet für die Schienenlegung hergerichtet werden. Der Contractor wird nicht verpflichtet, Brücken und Trestle works in den Gebirgen eher zu errichten, als bis der Transport des Materiales auf dem Geleise erfolgen kann.

Flussschifffahrt. Flüsse, auf denen Schifffahrt stattfindet, sind während der Construction und Montirung zu allen Zeiten

---

All bridges or trestle work must be completed ready for the rails.

The contractor will not be obliged to raise the iron bridges and trestles in the mountains until transportation can be had by rail.

River navigation.

When rivers are navigable they must at all times during the construction and erection of the bridge be kept free for navigation.

All coffer-dams and other obstructions must be removed by the contractor, when directed by the Engineer, leaving the river entirely unobstructed, except the actual space occupied by the masonry.

Tests.

Before the final estimate is paid, a thorough test of the structure will be made by the Engineer, by loading each span with such rolling load, at such rate of speed, as described under the head of rolling load, and also by causing the load to remain on each span for the space of one hour or more. And each span must return to its original camber when the load is removed.

The word „Engineer" shall mean the Consulting or Principal Engineer, unless otherwise expressed.

für dieselbe frei zu halten. Fangdämme und andere Hindernisse müssen durch den Contractor über Auftrag des Ingenieurs hinweggeräumt, und muss der Fluss bis auf jenen Raum, der durch das Mauerwerk eingenommen wird, von allen Hindernissen befreit werden.

Brückenproben. Ehe die letzte Rate zur Auszahlung kommt, wird durch den Ingenieur eine Erprobung der Construction vorgenommen und hiebei jedes Feld mit jener Belastung und Geschwindigkeit befahren, wie solche Eingangs festgesetzt wurde, wobei auf Verlangen die Last eine Stunde oder länger auf dem Felde zu verbleiben hat. Jede Spannweite muss nach erfolgter Entlastung in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren.

Das Wort Ingenieur bezeichnet stets den „Consulting" oder „Principal Engineer", wenn nichts Anderes festgesetzt wird.

(Den Schluss dieser Specification bilden eine leere Rubrik für die in jedem einzelnen Falle zu bestimmende Lieferungszeit, sowie Formulare, nach denen die Offerte einzureichen sind.)

Gesetz zur Erzielung grösserer Sicherheit für den öffentlichen Verkehr über Brücken.

§. 1. Durch die General-Assembly des Staates Ohio wird hiermit verfügt:

Dass alle Eisenbahnbrücken, welche künftighin errichtet und für den öffentlichen Verkehr bestimmt oder benützt werden, mit Ausnahme jener, die unter §. 17 dieses Gesetzes fallen, derart gebaut werden sollen, dass sie ausser ihrem eigenen Gewichte keine kleinere als die nachstehende als übliche Verkehrslast zu tragen vermögen und zwar:

Spannweite				Verkehrslast für ein Geleis pro laufenden	
in englischen Fuss		in Metern			
von	bis	von	bis	Fuss in Pfunden	Meter in Tonnen
0	7·5	0	2·29	9000	13·39
7·5	10	2·29	3·05	7500	11·16
10	12·5	3·05	3·81	6700	9·97
12·5	15	3·81	4·57	6000	8·93
15	20	4·57	6·10	5000	7·44
20	30	6·10	9·14	4300	6·40
30	40	9·14	12·19	3700	5·51
40	50	12·19	15·24	3300	4·91
50	75	15·24	22·86	3200	4·76
75	100	22·86	30·48	3100	4·61
100	150	30·48	45·72	3000	4·46
150	200	45·72	60·96	2900	4·32
200	300	60·96	91·44	2800	4·17
300	400	91·44	121·92	2700	4·02
400	500	121·92	152·40	2500	3·72

Dass in allen Gitterbrücken von was immer für einer Länge die verschiedenen Constructionstheile in jedem Brückenfelde derart dimensionirt sein sollen, dass sie ausser dem auf sie entfallenden Antheile an der gleichförmig vertheilten, oben specificirten Belastung eine derartige auf das Feld concentrirte Last zu tragen vermögen, welche einer Brücke von gleicher Länge wie jene des Feldes nach dem Obigen entspricht.

§. 2. Jede Eisenbahnbrücke soll derart construirt werden, dass sie befähigt ist, ausser ihrem Eigengewichte auf jedem Geleise zwei gekuppelte Locomotiven, von denen jede 90.200 Pfund (40.915 Kilogramm) wiegt und deren Treibräder an jeder Locomotive auf eine Länge von $12^1/_2$ Fuss (3·89 Meter) entfallen, und diesen Locomotiven Wagen folgend mit einem Gewichte von 250 Pfund pro laufenden Fuss (372·05 Kilogr. pro laufenden Meter), welche die

ganze noch übrige Spannweite bedecken, zu tragen; ferner sollen alle Eisenbahnbrücken so projectirt werden, dass die in §. 1 erwähnte Last in keinem Theile des Materials, aus dem solche Bauten hergestellt werden, eine Inanspruchnahme erzeugt, welche den fünften Theil der Festigkeitsgrenze des Materials überschreitet.

§. 3. Alle Brücken, welche künftighin errichtet werden und für den öffentlichen Verkehr bestimmt sind oder in Benützung kommen, sind so zu construiren, dass sie ausser ihrem eigenem Gewichte nicht weniger als die nachstehenden, als Regel gegebenen Belastungen zu tragen vermögen, und zwar für City- und Vorstadtbrücken und solche, welche über breite Ströme führen und auf denen grosse Concentrationen von Lasten stattfinden können, ferner für Strassenbrücken in Industriebezirken:

Spannweite				Verkehrslast	
in englischen Fuss		in Metern		in engl. Pfunden pro Quad.-Fuss	in Kilogrammen pro Quad.-Meter
von	bis	von	bis		
—	30	—	9·14	110	537·08
30	50	9·14	15·23	100	488·26
50	75	15·23	22·85	90	439·43
75	100	22·85	30·48	80	390·61
100	200	30·48	60·96	75	366·19
200	400	60·96	121·92	65	317·37

Bei allen andern Strassenbrücken soll die als Regel geltende Last betragen:

Spannweite				Verkehrslast	
in englischen Fuss		in Metern		in engl. Pfunden pro Quad.-Fuss	in Kilogrammen pro Quad.-Meter
von	bis	von	bis		
—	30	—	9·14	100	488·26
30	50	9·14	15·23	90	439·43
50	75	15·23	22·85	80	390·61
75	100	22·85	30·48	75	366·19
100	200	30·48	60·96	60	292·96
200	400	60·96	121·92	50	244·13

Die Festigkeit der einzelnen Bohlen des Fahrbohlenbelages für den Frachtwagentransport bei Citybrücken oder bei Brücken in der Nähe grosser Fabriken soll einer Last von nicht weniger als 13.500 Pfund (6124 Kilogramm), bei anderen Brücken von nicht weniger als 11.250 Pfund (5104 Kilogramm) entsprechen.

§. 4. Bei allen Brücken, welche dem öffentlichen Verkehre auf Eisenbahnen oder Wegen, die von gewöhnlichen Lastfuhrwerken befahren werden, dienen, sollen die unter der Maximallast, für welche die Brücke entworfen ist, in den einzelnen Materialien entstehenden Beanspruchungen nachstehende Werthe nicht überschreiten, nämlich: In Walzeisensorten bester Qualität auf Zug bei langen Stäben oder Schliessen 10.000 Pfund pro Quadratzoll (703 Kilogramm pro Quadratcentimeter), für kurze Längen 8000 Pfund pro Quadratzoll (562·4 Kilogramm pro Quadratcentimeter), gegen scheerende Kräfte 7500 Pfund pro Quadratzoll (527·3 Kilogramm pro Quadratcentimeter), für die besten Walzeisensorten in Balken von quadratischem oder kreisförmigem Querschnitte auf Druck folgende, und zwar:

Verhältniss des Durchmessers zur Länge	Beanspruchung pro Quad.-Zoll in Pfunden		Beanspruchung pro Quad.-Centim. in Kilogr.	
	bei viereckigen Enden	bei runden Enden	bei viereckigen Enden	bei runden Enden
1 : 10	8100	7400	569·4	520·2
1 : 10 bis 1 : 15	7800	6500	548·3	457·0
1 : 15 bis 1 : 20	7400	5500	520·2	386·7
1 : 20 bis 1 : 25	7000	4500	492·1	316·4
1 : 25 bis 1 : 30	6500	3800	457·0	267·1
1 : 30 bis 1 : 35	6000	3200	421·8	225·0
1 : 35 bis 1 : 40	5500	2700	386·7	189·8
1 : 40 bis 1 : 50	4600	2000	323·4	140·6
1 : 50 bis 1 : 60	3800	1400	267·1	98·4
1 : 60 bis 1 : 70	3200	1100	225·0	77·3
1 : 70 bis 1 : 80	2700	900	189·8	63·3

Wenn Eisen von geringerer Qualität angewendet wird, so soll die Beanspruchung desselben, ob auf Zug oder Druck, entsprechend kleiner sein als die für Walzeisen bester Qualität im Vorstehenden angegebenen, als Regel giltigen Beanspruchungen.

§. 5. Gusseisen darf in Brückenconstructionen nur für auf Druck beanspruchte Theile und in Längen, die das 20fache des Durchmessers nicht überschreiten, zur Verwendung kommen, wobei dieselben Inanspruchnahmen in Rechnung zu ziehen sind, welche in diesem Gesetze für Walzeisensorten vorgeschrieben wurden. Für andere als viereckige oder cylindrische Formen aus Schmied- oder Gusseisen sind die Inanspruchnahmen entsprechend zu variiren.

§. 6. Wo in der Construction von Brücken vorbeschriebener Kategorien Holz zur Verwendung gelangt, soll die grösste zulässige Beanspruchung nach-

stehende Werthe nicht überschreiten, und zwar für Eichenholz auf Zug 1200 Pfund pro Quadratzoll (84·4 Kilogramm pro Quadratcentimeter), für Fichtenholz auf Zug 1000 Pfund pro Quadratzoll (70·3 Kilogramm pro Quadratcentimeter); ferner für Druck:

Verhältniss des Durchmessers zur Länge	Beanspruchung pro Quad.-Zoll in engl. Pfunden		Beanspruchung pro Quad.-Centim. in Kilogr.	
	Eichenholz	Fichtenholz	Eichenholz	Fichtenholz
1 : 10	1000	900	70·3	63·3
1 : 10 bis 1 : 20	800	700	56·2	49·2
1 : 20 bis 1 : 30	600	500	42·2	35·2
1 : 30 bis 1 : 40	400	300	28·1	21·1

§. 7. Es wird allen Eisenbahncompagnien oder anderen Corporationen, welche eine für den öffentlichen Verkehr bestimmte Brücke errichten, zur Pflicht gemacht, für die Beaufsichtigung des Werkes sofort einen sachverständigen Ingenieur aufzustellen, welcher mit dem Rechte ausgestattet ist, verletztes oder aus irgend einer Ursache schadhaft gewordenes Materiale zu verwerfen.

§. 8. Alle in diesem Staate für den öffentlichen Verkehr in Verwendung stehenden Eisenbahnbrücken, welche eine Spannweite über 15 Fuss (4·6 Meter) oder Gitterträger besitzen, sollen von nun an jeden Monat durch einen Sachverständigen inspicirt werden, welcher in dem Dienste der Gesellschaft steht, der die Brücke gehört oder welche sie benützt, zu dem Zwecke, um zu untersuchen, ob alle eisernen Pfosten in Ordnung sind, ob alle Schrauben fest sitzen, ob keine losen Nieten vorhanden sind, ob die Schienen richtig liegen und keine weiten Stossfugen zeigen, ob die Widerlager und Pfeiler in gutem Zustande sind, ob die Geleise eben, ob alle hölzernen Theile der Construction unverletzt und in gehörigem Stande sind, und ob die Brücke in jeder Beziehung sicher und fest ist. Dieser Sachverständige soll wenigstens alle 2 Monate einmal dem General-Manager oder Superintendenten der Eisenbahngesellschaft, in deren Dienste er steht, Bericht erstatten und unter seinem Eide eine detaillirte Schilderung über den Zustand jeder Brücke geben; letzterer soll denselben sogleich an den Eisenbahn- und Telegraphencommissär befördern.

Diese, im Ganzen oder nur theilweise vorgenommene Inspection soll auf Verlangen des besagten Commissärs auch öfter als einmal in 2 Monaten vorgenommen und über ihr Ergebniss berichtet werden, und soll es die Pflicht des Commissärs sein, die Form und Angabe der von den Inspectoren der Eisenbahnbrücken zu benützenden Blankette vorzuschreiben, damit sie alle, ihm wissenswerth erscheinenden Nachrichten umfassen.

§. 9. Alle Strassenbrücken für den öffentlichen Verkehr von mehr als 20 Fuss (6·09 Meter) Spannweite in oder in der Nähe einer Stadt sollen wenigstens alle 3 Monate einmal und alle anderen Strassenbrücken von mehr als 20 Fuss (6·09 Meter) Spannweite wenigstens alle 6 Monate einmal sorgfältig von einem Sachverständigen untersucht werden. Für Brücken in Städten hat der Stadt-Mayor den Inspector zu ernennen, und sind die Berichte an ersteren zu erstatten und in seinem Bureau zur öffentlichen Einsicht zu sammeln und aufzubewahren. Für Landesbrücken sollen die Landescommissäre den Inspector bestellen, und deren Berichte sollen an die Commissäre erstattet und in dem Bureau des Auditors zur öffentlichen Einsicht gesammelt und aufbewahrt werden. Für alle turn-pike-Brücken soll die Besichtigung durch einen Inspector vorgenommen werden, welcher von der die Brücke benützenden Gesellschaft bestellt wird; die Berichte sollen an die Landescommissäre des betreffenden Landes erstattet und daselbst wie die Berichte über Landesbrücken gesammelt und aufbewahrt werden. Alle Berichte sollen unter Eid erstattet werden; je nach dem vorliegenden Falle sollen der Mayor oder die Landescommissäre dem Inspector eine entsprechende Summe für seine Dienste gewähren und diese soll in derselben Weise wie Forderungen an die Stadt oder an das Land ausgezahlt werden.

§. 10. Alle Corporationen, welche Eisenbahnlinien in diesem Staate betreiben, sollen innerhalb 60 Tage von dem in Kraft Treten dieses Actes eine detaillirte Beschreibung aller dem öffentlichen Verkehre dienenden Brücken, welche auf ihren respectiven Linien in diesem Staate gelegen sind und mehr als 15 Fuss (4·6Meter) Spannweite oder Gitterträger besitzen, dem Eisenbahn- und Telegraphencommissär überliefern, welcher dieselbe in seinem Bureau aufbewahren soll. Der besagte Bericht soll unter Eid erfolgen und von einem Sachverständigen im Dienste dieser Gesellschaft verfasst sein. Er soll umfassen: Den Namen des Stromes oder des überspannten Hindernisses, seine Entfernung in Meilen von dem nächsten hervorragenden Punkte der Bahn, die Nummer oder andere Bezeichnung der Brücke, die Länge und Anzahl der Spannweiten, ihre Stärke, die Dimensionen ihrer wichtigen Glieder, Widerlager und Pfeiler, die Gattung des verwendeten Materials, die Fundirung, das Alter der Brücke und das Datum, wann irgend eine wichtige Veränderung oder Reparatur an derselben vorgenommen wurde.

§. 11. Der Gouverneur soll bei der Ernennung des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs mit dem Rathe und der Einwilligung des Senats einen sachverständigen Experten mit einem Gehalte von nicht mehr als 3000 Dollars pro Jahr ernennen, welcher über die Construction und die Unterhaltung jeder Brücke, die in diesem Staate für den öffentlichen Verkehr bestimmt ist, unterrichtet sein soll; er soll sein Amt für die Dauer von 5 Jahren behalten, wenn er nicht früher aus Gründen, die seine Wirksamkeit betreffen, auf Anordnung des Gouverneurs entlassen wird, in welchem Falle diese Gründe vom Gouverneur schriftlich gegeben und in ihrem vollen Wortlaute in die öffentlichen Protokolle seines Bureaus eingetragen werden sollen.

Bevor ein solcher Experte die Verantwortlichkeit der Pflichten seines Amtes übernimmt, soll er eine erfolgreiche Prüfung über seine mathematische

und mechanische Befähigung vor einem Comité von 3 Mitgliedern der amerikanischen Gesellschaft der Civil-Ingenieure ablegen und ihre Approbation in dieser Beziehung erhalten; überdies soll er folgenden Eid, der ihm von einem, in diesem Staate dazu autorisirten Beamten abgenommen werden wird, ablegen und unterschreiben: „Ich, ... schwöre feierlich, dass ich weder direct noch indirect bei irgend einer Eisenbahn-, einer turn-pike- oder Brückenbaugesellschaft, einem Brückenpatente oder bei der Erzeugung oder dem Verkaufe von irgend welchen Brückenmaterialien betheiligt bin, und dass ich während meines Verbleibens in dem Amte eines Inspectors mich an solchen auch nicht betheiligen werde; dass ich ehrlich und treu, mit meinem besten Willen und Geschicke jede Pflicht meines Amtes ohne Furcht, ohne Begünstigung, ohne Parteilichkeit erfüllen werde, so wahr mir Gott helfe!" Dieser Eid soll im Bureau des Gouverneurs abgelegt und protokollirt werden.

§. 12. Dieser Experte soll dem Befehle des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs unterstehen, und alle Acten, Berechnungen, Berichte etc., welche Brücken betreffen, sollen im Bureau des besagten Commissärs gesammelt und aufbewahrt werden. Es soll die Pflicht des Commissärs sein, wann immer ihm gemeldet wird, oder wenn er, ob nun officiell oder auf andere Weise, Nachricht erhält, oder wenn er Grund hat zu vermuthen, dass irgend eine Eisenbahn- oder andere Brücke mangelhaft sei, sogleich eine Untersuchung derselben durch den Experten zu veranlassen; findet dieser die Brücke unsicher, so soll der Commissär ihre Benützung verbieten, bis sie wieder in guten Zustand versetzt und dies durch den Experten ausgesprochen ist.

§. 13. Alle Eisenbahn- oder turn-pike-Aemter, welche die Construction und den Bau irgend einer Brücke von mehr als 15 Fuss (4·6 Meter) Spannweite oder einer solchen mit Gitterträgern im Auftrage haben, und alle städtischen oder Landesämter, welche die Construction und den Bau irgend einer Strassenbrücke oder einer Brücke von mehr 35 Fuss (10·6 Meter) im Auftrage haben, sollen, bevor die Ausführung derselben beginnt, einen Kräfteplan und Zeichnungen über die projectirte Construction dem Experten übermitteln, welcher deren Richtigkeit zu prüfen und, wenn sie richtig sind, zu bestätigen, oder, wenn die Brücke fehlerhaft im Entwurfe oder zu schwach im Materiale ist, gemäss der in diesem Acte vorgeschriebenen Normen die nothwendigen Aenderungen zu treffen hat. Nach der Vollendung einer solchen Brücke soll der Experte das Werk in allen seinen Details sorgfältig untersuchen, die Theile auf dem Kräfteplane mit jenen der ausgeführten Construction vergleichen und beglaubigen und, wenn letztere nicht entsprechend sind, die Benützung des Bauwerkes verbieten, bis die Brücke genügend sicher und stark hergestellt ist.

Eine Copie von allen, dem Experten übermittelten Kräfteplänen und Zeichnungen soll in dem Bureau des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs aufbewahrt werden; ebenso sollen die von Zeit zu Zeit vorgenommenen Veränderungen in den Protokollen oder Büchern des besagten Bureaus bemerkt werden.

§. 14. Wenn die betreffende Brücke, nachdem sie so geprüft wurde, wie es im vorhergehenden Paragraph angegeben ist, in allen ihren Theilen den

gesetzlichen Anforderungen entspricht, so soll der Experte darüber 3 Certificate ausstellen; das erste dem Erbauer, das zweite zur Aufbewahrung in dem Bureau des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs; das dritte soll, wenn es sich um eine Eisenbahnbrücke handelt, der Eisenbahngesellschaft ausgefolgt werden; handelt es sich um eine Strassenbrücke, so soll eine Tafel an einem sichtbaren Theile derselben angebracht werden, welche das dritte Certificat, sowie den Namen der Erbauer, die Namen des oder der Beamten, welcher die Construction billigten, die projectirte Stärke der Brücke und das Jahr ihrer Erbauung enthalten soll.

Jedermann, der eine solche Tafel absichtlich beschädigt oder in betrügerischer Absicht zerstört, soll eines Vergehens schuldig erachtet und nach seiner Schuldüberführung im Landesgefängnisse nicht länger als 6 und nicht weniger als 3 Monate eingekerkert werden.

§. 15. In allen Fällen ist eine Appellation über die Entscheidung des besagten Experten an den Eisenbahn- und Telegraphencommissär zulässig, welcher die Streitfrage sorgfältig zu untersuchen hat. Alle Veränderungen, die an den Anordnungen oder Entscheidungen des Experten vorgenommen werden, oder alle Abänderungen, welche durch den Commissär angeordnet oder gemacht werden, sollen niedergeschrieben und den Amtsprotokollen einverleibt werden. Wenn der Experte wegen Ueberhäufung mit öffentlichen Geschäften oder aus anderen Ursachen um Hilfskräfte ersucht, so soll ihm der Commissär solche nach Gutdünken gewähren und dieselben aus seinem Dispositionsfonde honoriren.

§. 16. Es soll die Pflicht des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs sein, den Betrieb auf allen jenen Eisenbahnlinien dieses Staates einzustellen, deren Betriebsgesellschaft oder Gesellschaften es entweder vernachlässigen oder verweigern, die Bedingungen dieses Gesetzes zu erfüllen. Im Falle der Verletzung einer Person oder irgend welchen Eigenthums soll dieses Gesetz nicht dahin ausgelegt werden oder ein Mittel bieten, die Verantwortlichkeit der Gesellschaft oder Behörde, welche zur Zeit dieser Verletzung die Brücke in Verwendung hatte, zu verringern. Jedermann, der über irgend eine der Forderungen oder Bedingungen dieses Gesetzes absichtlich eine falsche eidliche Aussage abgibt, soll nach seiner Ueberweisung zu harter Zuchthausstrafe im Ausmasse von nicht mehr als 10 Jahren und nicht weniger als einem Jahre verurtheilt werden; jedermann, welcher irgend einen Akt, eine Berechnung, einen Plan oder irgend etwas, das in dem Bureau des Eisenbahn- und Telegraphencommissärs aufzubewahren ist, stiehlt, verbirgt, verhehlt oder in betrügerischer Absicht zerstört, soll nach seiner Schuldüberweisung im Strafhause zu harter Arbeit im Ausmasse von nicht mehr als 3 und nicht weniger als 1 Jahr angehalten werden.

§. 17. Die gesetzmässigen Belastungen für Brücken von schmalspurigen Eisenbahnen sollen 30 Procent weniger betragen, als sie in den vorangehenden Paragraphen dieses Gesetzes festgesetzt sind. Das Wort „Brücke" soll in diesem Gesetze auch die Viaducte in sich begreifen, und zwar soll jede Spannweite eines Viaductes als eine besondere Brücke betrachtet werden.

§. 18. Dieses Gesetz soll vom 10. Mai 1877 an in Kraft treten.

EISERNE DACHSTÜHLE.

In einer im Januar 1877 abgehaltenen Sitzung der Berichterstatter für die Ausstellung in Philadelphia wurde beschlossen, eine kurze Schilderung der Eisenconstruction des Hauptausstellungsgebäudes in die Berichte aufzunehmen. Da die Herstellung grösserer Hallenbauten in der Regel von denselben Etablissements geschieht, welche sich mit der Fabrication von Brücken beschäftigen, schien es nicht unzweckmässig, die Beschreibung dem Berichte über Brücken beizufügen.

Indem Verfasser der Aufforderung nachkommt, möge es ihm gestattet sein, ohne damit einen auch nur halbwegs vollständigen Bericht über dieses specielle Capitel bringen zu wollen, wenige kurze Bemerkungen, Dachstühle überhaupt betreffend, zu bringen.

In Amerika sind hauptsächlich drei verschiedene Systeme von Dachconstructionen zur Anwendung gelangt; sie werden durch die Bezeichnungen: Das deutsche, das englische und das belgische oder französische unterschieden. Das zuerst genannte kommt nur bei steilen Dächern zur Ausführung, also namentlich bei Kirchen, grossen Hallen etc. Das englische System hat eine etwas grössere Verwendung gefunden; indessen wird es gewöhnlich in Holz ausgeführt und meist nur die verticalen Zugstäbe, welche von dem Kopfe der einen Strebe zum Fusse der anderen laufen, als eiserne Rundstäbe construirt. Fast allgemein jedoch ist in den Vereinigten Staaten das französische oder belgische Dach im Gebrauche.

Die belgischen Dachstühle werden fast durchgehends ganz aus Eisen construirt. Die Sparren bestehen aus ⊤- oder ⊓-förmigen Balken.

Behufs einer Material-Ersparniss sind die runden Zugstangen an den Schrauben-Enden entsprechend verstärkt; im Falle der

Anwendung von Flacheisen erscheint die Breite derselben ungefähr dreimal grösser als ihre Dicke. Die Bolzendicke findet man etwa zu 0·9 des Durchmessers einer runden Zugstange oder zu $^3/_4$ bis $^7/_8$ der Breite des Flacheisens; bei letzterem wird die Metallstärke rings um das Auge gleich dem Durchmesser des Bolzens angenommen. Die Verbindung der Streben mit den Sparren geschieht in verschiedener Weise, durch eine Gelenksverbindung oder durch eine Vernietung.

Bei Dächern indessen, welche heftigen Stürmen ausgesetzt sind, wird noch ein Constructionsglied in Gestalt eines Zugstabes hinzugefügt, welches in die Mauer eingelassen wird und den unteren Bolzen der ersten Strebe fixirt.

Die Distanz zwischen den Trägern variirt mit der Gattung des betreffenden Deckenmaterials; bei der Verwendung von Schiefer, dem schwersten aller Deckstoffe, findet man keine grössere Entfernung als 2·7 Meter, während bei einer Abdeckung durch Wellblech die Sparrenentfernung oft bis zu 4·9 bis 6·1 Meter vergrössert erscheint. Fig. 96 zeigt eine dem Album der Keystone Bridge Co. entnommene, von ihr wiederholt zur Anwendung gekommene Durchbildung des Polonceau-Gesperres.

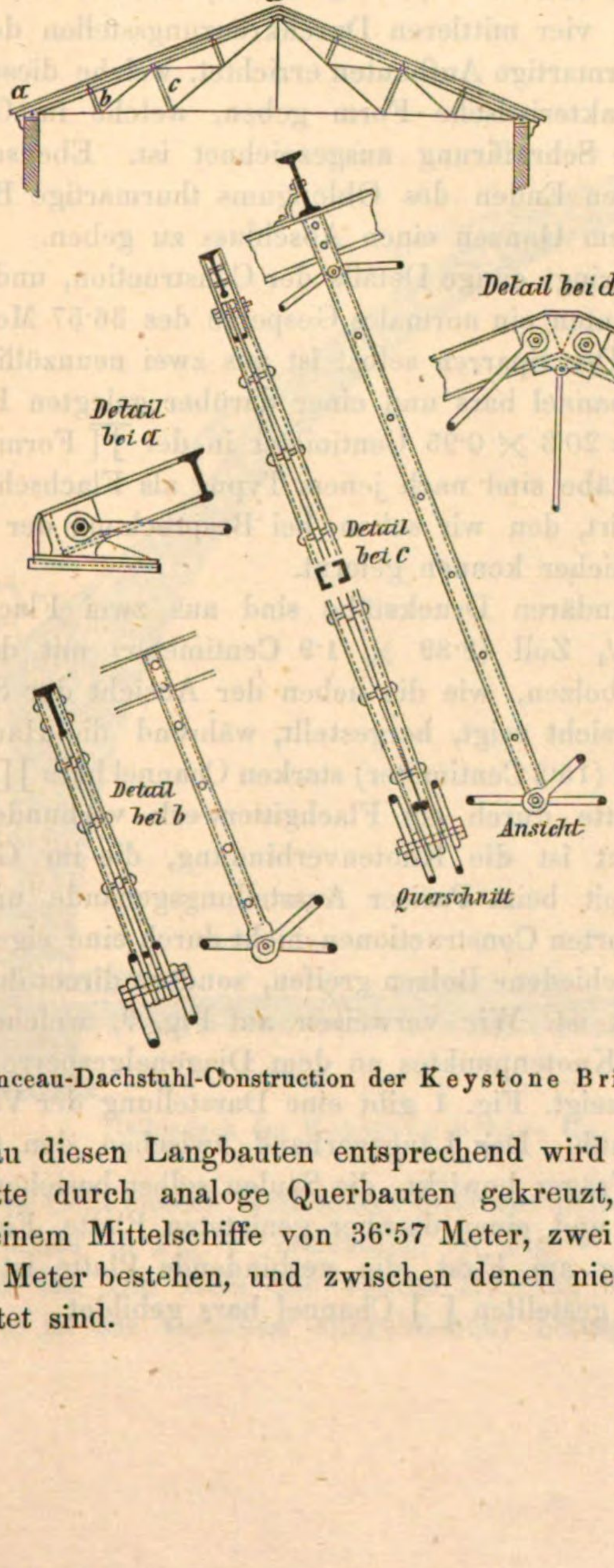
Fig. 97 bringt eine Form, wie sie von genannter Compagnie zur Ueberdachung für Personenhallen, Waarenhäuser, Depôts bei Spannweiten über 90 Meter empfohlen und durchgeführt wurde.

Obwohl die Beschreibung der einzelnen Weltausstellungsgebäude nicht Gegenstand dieses Berichtes ist, erscheint es, um die später zu beschreibenden Dachstuhlconstructionen dem Verständnisse näher zu bringen, nöthig, eine kurze Schilderung der Anlage selbst zu geben. Tafel 4 zeigt denselben Grundriss und einige Schnitte im Massstabe 1:1600, beziehungsweise 1:800 des Hauptgebäudes (Main-Building) der Ausstellung.

Die Anordnung zeigt der Länge nach drei Hauptschiffe, von denen das mittlere 36·57 Meter, die beiden Seitenschiffe je 30·47 Meter breit sind, und ausserdem vier kleinere Hallen, je eine zwischen dem Haupt- und dem rechten, beziehungsweise linkem Seitenschiffe, zwei als niedrige Langbauten von 7·31 Meter Tiefe. Hiedurch wird die Möglichkeit geboten, an den höher

aufstrebenden Wänden der grossen Hallen reichliches Seitenlicht einströmen zu lassen. Um der Mitte der hohen Langbauten noch mehr Licht zuzuführen, sind auf dem First derselben eigene Dachreiter angebracht.

Fig. 96.



Polonceau-Dachstuhl-Construction der Keystone Bridge Co.

Genau diesen Langbauten entsprechend wird das Oblongum in der Mitte durch analoge Querbauten gekreuzt, welche ebenfalls aus einem Mittelschiffe von 36·57 Meter, zwei Seitenschiffen von 30·47 Meter bestehen, und zwischen denen niedrigere Bauten eingeschaltet sind.

Die einzelnen Gesperre ruhen auf Reihen von Säulen, die in Distanzen von 7·3 Meter hinter einander stehen.

An der neuen Durchkreuzungsstelle der breiten Schiffe ergaben sich ebenso viele säulenfreie Räume, und zwar einer von 36·57 × 36·57 Meter, welcher in einer grösseren Höhe überdacht ist, vier Räume von 36·57 × 30·47 Meter, vier zu 30·47 × 30·47 Meter. An den vier mittleren Durchkreuzungsstellen der Nebenhallen sind thurmartige Aufbauten errichtet, welche diesem Mittelbau eine charakteristische Form geben, welche im Grundrisse durch specielle Schraffirung ausgezeichnet ist. Ebenso wurden an den schmalen Enden des Oblongums thurmartige Bauten errichtet, um dem Ganzen einen Abschluss zu geben.

Tafel 5 bringt einige Details der Construction, und zwar zunächst rechts unten ein normales Gesperre des 36·57 Meter tiefen Mittelschiffes. Der Sparren selbst ist aus zwei neunzölligen (22·9 Centimeter) Channel bars und einer darüber gelegten Platte von 8 × $^3/_8$ Zoll = 20·3 × 0·95 Centimeter in der][-Form gebildet.

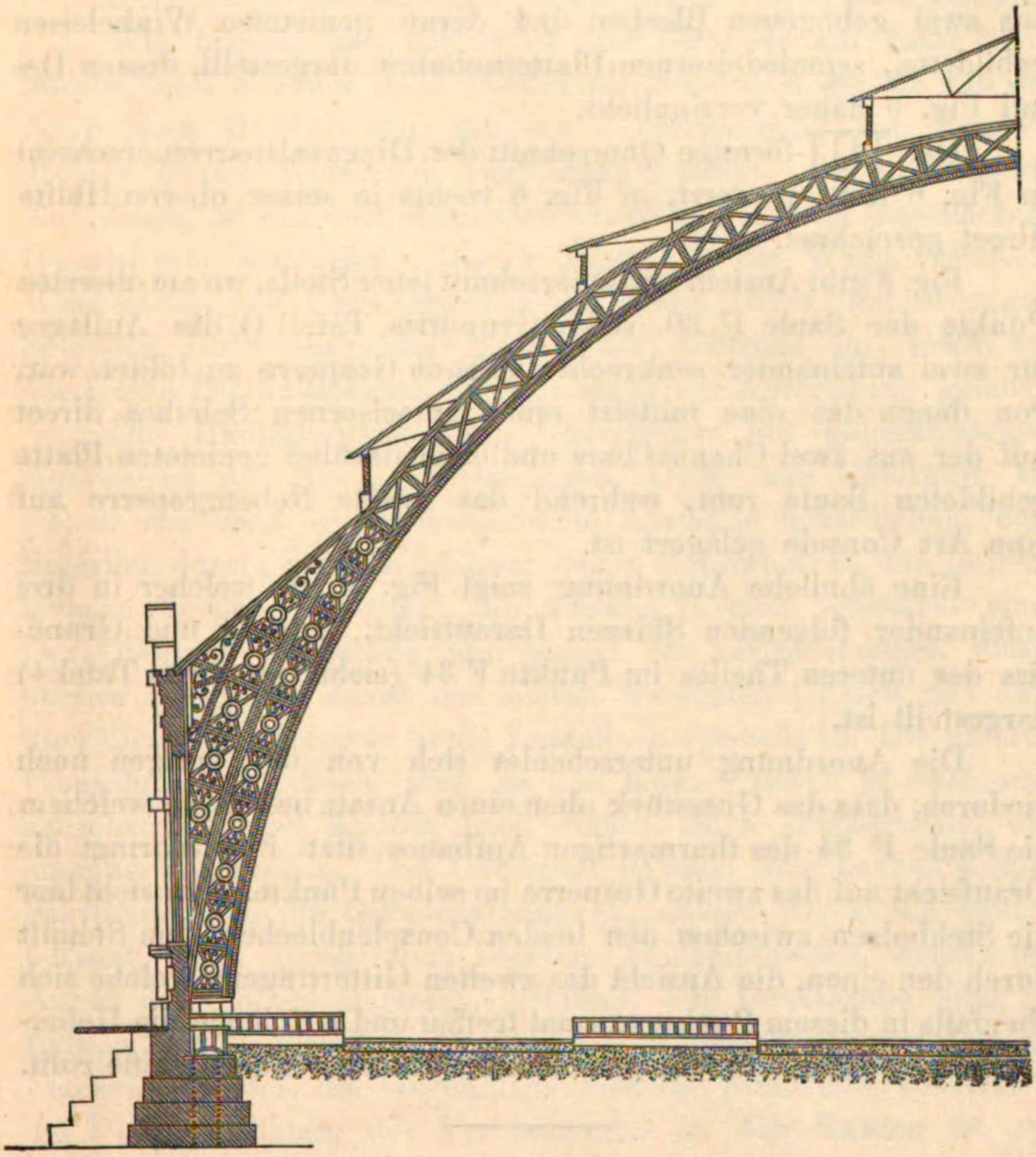
Die Zugstäbe sind nach jenem Typus als Flachschienen mit Augen construirt, den wir schon bei Besprechung der Brückendetails ausführlicher kennen gelernt.

Die secundären Druckstäbe sind aus zwei Flachschienen von $3^1/_2$ × $^3/_4$ Zoll (8·89 × 1·9 Centimeter) mit dazwischen gestellten Stehbolzen, wie die neben der Ansicht der Strebe gezeichnete Quersicht zeigt, hergestellt, während die Hauptstreben aus zwei 6 Zoll (15·2 Centimeter) starken Channel bars][bestehen, die in der Mitte durch ein Flachgitterwerk verbunden sind.

Interessant ist die Knotenverbindung, die im Gegensatze zu der seinerzeit beim Pariser Ausstellungsgebäude und anderweitig ausgeführten Constructionen nicht durch eine eigene Platte, in welche verschiedene Bolzen greifen, sondern direct durch einen Bolzen bewirkt ist. Wir verweisen auf Fig. 9, welche die Anordnung eines Knotenpunktes an dem Diagonalgesperre des Central-Pavillons zeigt. Fig. 1 gibt eine Darstellung der Verbindung am Sparrenschuh. Der Längsverband zwischen den Gesperren wird durch I-Träger bewirkt, die Säulen selbst bestehen aus zwei Channel bars und einer darüber genieteten Platte. Fig. 4 zeigt die Verbindung am First, die verbindende Platte ist aus zwei gegeneinander gestellten [ ] Channel bars gebildet.

Fig. 3 zeigt einen Theil eines der vier Diagonalgesperre, welche den Central-Pavillon überdecken. In diesem Falle bestehen die Sparren aus vier Channel bars von 12 Zoll (30·5 Centimeter) Höhe und zwei darübergenieteten Platten von 8 × $^3/_8$ Zoll

Fig. 97.



Hallendach der Keystone Bridge Co.

(20·3 × 0·95 Centimeter). Besonderes Interesse bietet das Vierungsstück, welches in Fig. 3 ersichtlich, in Fig. 7 speciell herausgezeichnet ist. Die Tiefe der oberen Höhlung des Gussstückes (die Knote ist aus Versehen ausgeblieben) beträgt 1 Fuss (30·5

Centimeter), der Abstand des unteren Randes vom mathematischen Durchschnittspunkte der Sparrenachse 9 Zoll (22·86 Centimeter).

Fig. 6 zeigt, in welcher Weise die zwischen den Diagonalgesperren des Hauptpavillons angebrachten Platten auf denselben befestigt sind.

Am linken Sparren der Fig. 3 ist die Ansicht eines solchen aus zwei gebogenen Blechen und daran genieteten Winkeleisen gebildeten, schmiedeisernen Plattenschuhes dargestellt, dessen Detail Fig. 6 näher versinnlicht.

Der ⌉⌈-förmige Querschnitt der Diagonalsparren erscheint in Fig. 6 links verzerrt, in Fig. 6 rechts in seiner oberen Hälfte direct gezeichnet.

Fig. 8 gibt Ansicht und Querschnitt jener Stelle, wo am obersten Punkte der Säule F 30 (siehe Grundriss Tafel 4) das Auflager für zwei aufeinander senkrecht stehende Gesperre zu bilden war, von denen das eine mittelst eines gusseisernen Schuhes direct auf der aus zwei Channel bars und einer darüber genieteten Platte gebildeten Säule ruht, während das zweite Nebengesperre auf eine Art Console gelagert ist.

Eine ähnliche Anordnung zeigt Fig. 2, in welcher in drei aufeinander folgenden Skizzen Daraufsicht, Ansicht und Grundriss des unteren Theiles im Punkte F 34 (siehe Grundriss Tafel 4) dargestellt ist.

Die Anordnung unterscheidet sich von der vorigen noch hiedurch, dass das Gussstück oben einen Ansatz besitzt, in welchem die Säule F 34 des thurmartigen Aufbaues sitzt. Fig. 5 bringt die Draufsicht auf das zweite Gesperre im selben Punkte. Man sieht hier die Stehbolzen zwischen den beiden Consolenblechen, den Schnitt durch den einen, die Ansicht des zweiten Gitterträgers, welche sich ebenfalls in diesem Punkte normal treffen und auf denen die Ueberdachungsconstruction der sich hier kreuzenden Nebenschiffe ruht.

Unter den Etablissements, welche sich namentlich mit der Herstellung von Dachstuhlconstructionen beschäftigen, ist vor Allem die American Bridge Co. zu nennen. Ihr im Jahre 1877 ausgegebenes Album zeigt eine reiche Sammlung ausgeführter Constructionen. Die Spannweiten einzelner Constructionen sind ganz beträchtlich.

Wir nennen als grössere: Dachstuhl der Cleveland Rolling Mill 55·1 Meter, Passagierhallendach der Lake Shore und Michigan S. e. Ch. R. J. und P. R. y. C. 40 Meter, Maschinenshopdach der Lake Shore und Michigan S. e. Ch. R. J. und P. R. y. C. 36·6 Meter.

Auch die angewendeten Systeme zeigen reiche Abwechslung. Wir bringen aus der Reihe der Beispiele auf Tafel 6 ein interessantes Schema einer Dachstuhlconstruction, wie sie von der American Bridge Co. bei der Ueberspannung von Räumen grosser lichter Weite zur Ausführung gelangt. Die vorliegende Anordnung ist von dem bekannten Chef-Ingenieur der Gesellschaft, Hemberle, entworfen. Dieser Typus ist für Waggonremisen, Werkstätten und Personenhallen der Lake Shore and Michigan Southern, der Chicago und Rock Island Railroad Co., sowie auf der Union Pacific Railroad Co. in Omaha zur Anwendung gelangt.

Die Hauptgesperre sind Gitterträger mit gelenkförmiger Anordnung der Knotenverbindungen. Ober- und Untergurt bestehen aus zwei in entsprechendem Abstande befindlichen, continuirlich durchgehenden [-Eisen, deren Stehrippen an den Bolzenlöchern durch Aufnietung von starken Blechen verstärkt sind. Der Obergurt ist gerade und besitzt ein kastenförmiges, unten offenes Profil, das durch die beiden erwähnten [-Eisen und eine über dieselben genietete breite Lamelle hergestellt ist. Die unteren Flanschen der [-Eisen sind an den Knoten durch je zwei, und zwischen je zwei Knoten noch durch einen Blechstreifen mit einander verbunden. Der Untergurt ist nach einer flachen Ellipse gekrümmt und die Querschnittsfläche, ausser durch die beiden [-Eisen, noch durch innen liegende Flacheisenstäbe, welche mit Augen den Bolzen umfassen, gebildet. Die Druckstäbe sind als Balken von I-förmigem Profile, die gezogenen Diagonalen als Flacheisenglieder, die Gegendiagonalen als Rundstäbe construirt; die Detailanordnung der Verbindungen an den Knoten ist aus der Zeichnung zu ersehen und stimmt fast vollkommen mit den von derselben Gesellschaft bei ihren Gitterbrücken zur Anwendung gekommenen Typen überein, so dass schon aus diesem Grunde ein näheres Eingehen in die Details überflüssig erscheinen würde.

Die nach Bedarf angeordneten Gegendiagonalen sind vermittelst eines Schraubenschlosses adjustirbar. Die beiden Theile

des Obergurtes stossen in der Mitte stumpf zusammen und sind an dieser Stelle durch einen eisernen Schuh in ihrer Lage fixirt; die Enden des Untergurtes sitzen ebenfalls in entsprechend gestalteten eisernen Schuhen, welche auf starken Steinquadern aufruhen.

Die Gespärre stehen in Abständen von circa 6 Meter, über dieselben erstrecken sich Pfetten (purloins), mit welchen das zur Abdeckung verwendete Wellenblech vernietet ist. Querverbindungen zwischen den einzelnen Hauptträgern sind sowohl in der Ebene der Dachfläche als auch in der verticalen Ebene der mittleren, aufrechten Strebe angebracht. Da die Gittersparren auf die Auflager nur einen verticalen Druck ausüben, so hat der Constructeur die Anordnung einer die Sparrenfüsse verbindenden Zugschliesse als überflüssig betrachtet.

Die Seitenmauern sind sehr schwach gehalten und nur unter den Auflagerflächen der Träger durch pilasterartig vorspringende Pfeiler verstärkt, welche die bezüglichen Verticaldrücke aufzunehmen haben.

Illustrationen aus der artistischen Anstalt von R. v. Waldheim in Wien.

Namens-Register.

Adam 13.
Albany-Brücke 91, 119, Tabelle IV.
American Bridge Co. 8, 10, 30, 44, 45, 50, 51, 52, 70, 77, 79, 88, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 115, 118, 121, 122, 132, 142, 169, 178, 186, 187, 188, 189, 190, 191—195, 196, 203 bis 206, 209, 219, 221, 222, 223—225, 257, Tab. I.
Antifrictionslager 176.
Aquäducte 35.
Architektur der Brücken 129.
Asstabula-Brücke 12, 66.
Atchison-Brücke 52, 53, 112, 186—193, 196, 209.
Auslaugung des Holzes 120.

Baileyville-Brücke Tabelle IV.
Baldwin'sche Locomotiv Works 20.
Balkenbrücke der Boston-Albany-Eisenbahn 3.
Baltimore Bridge Co. 8, 78, 86, 116, 134, 143, 145, 147, 161, 178, 196, Tabelle II.
Basket-Brücke Tabelle V.
Battig 73.
Belastungsannahmen 18, 21.
Belmount Avenue-Brücke 9.
Bender, Ch. 8, 26, 27, 28, 29, 31, 88.
Bergen street-Brücke 134.
Bernard 151.
Bethlehem, Strassenbrücke bei, 27.
Bewegliche Brücken 171—197.
Biddeford-Brücke Tabelle IV.
Bindon-Brücke 25.
Blackfriars-Brücke 128.
Blechbrücken 116.
Blue River-Brücke 136.
Bogenbrücken 36, 42, 152—159.
Bogenbrücke über den Schuylkill 36.
Bogenhängewerkssystem 41.
Bohlenbelag 4, 119.
Boller 120, 129, 130, 131.
Bollmann 160, 161, 173.
Bollmann's System 160, 161, 173.
Bolzano 67.
Boomer, L. B. 47, 203, 205.
Boonville-Brücke 133, 209, 210.
Bowstrings 136.
Brazos River-Brücke 51.
Bogenbrücke im Ausstellungspalaste, kleine, 137.
Brücken der Cincinnati Southern Railway 7, 8, 25, 27, 36, 45, 48, 56—58, 78, 86, 116, 118, 119, 138, 146, 161, 229.
Brückengesetz 13.
Burden'sche Quetsche 68.
Burnetising des Holzes 120.
Burr 40, 41, 43.
Byram River-Brücke 137.

Callicoon-Brücke Tabelle V.
Callowhill-Brücke 128—130.
Canäle 35.
Canascada Creek-Brücke Tabelle V.
Canisteo Creek-Brücke Tabelle V.
Carey & Moen Tabelle III.
Carlisle-Brücke 11.
Carnegie, Kloman & Co. 202.
Catfish Creek-Pfahlbrücke 59.
Channelbars 78.
Chanute, O. 151.
Chehunk River-Brücke Tabelle V.
Chemming River-Brücke Tabelle V.
Chester Creek-Brücke Tabelle IV.
Chestnut-Brücke 36, 152.
Chicago, Drehbrücke zu, 197.
Chicago, Strassendrehbrücke in, 173, 194.
Chicago Bridge Co. 49, 133.
Chocomute Creek-Brücke Tabelle V.
Chrome Steel Co. Tabelle III.
Cincinnati Bridge Co. J. Shipman 137.
City Bridge Works 159.
Clarke, Thos. C., 13, 18, 73, 107, 112, 198.
Clarke, Reeves & Co. 3, 8, 89, 90, 92, 113, 114, 115, 128, 144, 145, 180, 201.
Claxton Fidler, J., 170, 171.
Cleveland, Brücke zu, 180, 196.
Cleveland Rolling Mills Tabelle III.
Clinton, Mississippi-Brücke bei, 161.
Collingwood, Mr. 219.
Combinirte Systeme 49—62.
Conemaugh-Viaduct 56.

Conhocten-Brücke Tabelle V.
Connecticut River-Brücken 42, 134.
Continuirlicher Träger 27—32, 147, 173, 175. 176—179, 193.
Coolidge, W. G., 205.
Cresy, E., 26.
Cribwork 126.
Cullmann 41.
Cumberland-Brücke 197.
Cumberland-Brücke bei Nashville 197.
Cumming'sche Baggerschaufel 217.

Dauphin-Brücke 45.
De Kays-Brücke Tabelle V.
Delans, H. L. G., 43.
Delaware-Brücke bei Fort Jeris 118.
Delaware Bridge Co. 8, 151.
Delaware Canal-Aquäduct 35.
Delaware River-Brücke 9, 42, Tabelle V.
Den-Brücke bei Chester 66.
Des Maines River-Brücke 210.
Detroit Bridge Co. 8, 116.
Diamond Creek Tabelle V.
Dickinson 219.
Dixon, Brücke zu, 12.
Drehbrücke der Philadelphia Wilmington & Baltimore Railway 30.
Drehbrücken 30, 46, 47, 55, 71, 132, 171—197.
Drehscheiben 71.
Donaucanal-Brücke 73.
Du Bois 26.
Dubuque, Brücke zu, 180, 196.
Duero-Brücke bei Oporto 152.
Duval, E. S. 108.

Eads, 7, 151, 156, 158, 214.
Eagle Creek-Brücke 119.
East River-Brücke 1, 4, 72, 151, 162, 168, 215 bis 219, Tabelle III.
Edge Moor Iron Co. 8, 83, 98, 202.
Eisbrecher 209, 222.
Elasticitätsmodul 27, 49.
Elgin, Gitterbrücke zu, 11.
Elk Horn Creek-Brücke 119.
Erie-Bahn, Brücke der, 66, Tabelle V.

Fachwerk 116, 131, 135, 160, 173.
Fairmount-Brücke 36, 128.
Fairmountpark-Eisenbahnbrücke 36.
Fall River-Brücke 132.
Falls-Brücke 35, 36.
Felbinger, Ritter von, 215.
Festigkeit des Holzes 61.
Fink 110, 136, 158, 159, 160, 161.
Fink's System 110, 136, 159, 161.
Fioga-Brücke Tabelle V.
Flad, Col. 155.
Flad & Co. 151.
Forbesstrasse zu Pittsburg, Brücke über die, 159.
Foremann Truss 46.
Francis 13.
Frankfort pike-Brücke 119.
Friedmann 78.
Fundirung 207—226.

Garfield, J. A., 13.
Geländer 4, 119.
Gelenkträger 32, 125, 147, 151.
Genessee-Brücke zu Charlotte 196.
Genessee River-Brücke Tabelle V.
Gerber 32, 125, 147.
Gerüstbrücken 56.
Gesammtkosten der Brückenbauten in den Vereinigten Staaten 2.
Gewicht der Brücken 198.
Ghega 41.
Gillmore 151.
Girard Avenue-Brücke 125.
Gleim 24, 69, 73, 75, 84, 88, 92, 97, 135, 161
Gordon 80, 81.
Grand River-Brücke 115.
Great red River-Brücke 197.
Greenbriar-Brücke Tabelle IV.
Greene, Ch. E., 26.
Green River-Brücke 119.
Green River-Brücke 197.
Griffin John 18, 198.
Goodhue Creek-Brücke Tabelle V.
Gusseisen 66.

Hängebrücke über die 40. Strasse in Philadelphia 9, 168.
Hängebrücke zu Pittsburg 205.
Hängebrücken 9, 23, 161—171.
Hängewerke 159—161.
Hanging Fork-Brücke 119.
Harlem-Brücke 132.
Hastings-Brücke 196.
Haukins Creek Tabelle V.
Hawley-Brücke Tabelle V.
Henley Tabelle III.
Hemberle 10, 77, 170, 171, 205.
Herschel, Ch. 8.
High Bridges 133, 144.
Highway-Brücken 125.
Hodges 30.
Hohe Brücke (High Bridge) 35.
Holz 60, 62, 237.
Holzbrücken 39—48, 238.
Holzpflaster 120.
Howe 11, 12, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 173.
Howe's System 11, 12, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 173.

Hubbrücke zu Utica 195.
Hudsonbrücke zu Albany 180, Tabelle IV.
Hudsonbrücke zu Troy 130.
Humber, W. 25.

Iglawa-Viaduct 148.
I. Lloyd Haigh Tabelle III.
Intercolonial Railway of Canada, Brücken derselben 112.

Johnson & Nephew Tabelle III.
Joiner Street, Brücke über die, 66.

Kansas City-Brücke 44, 180, 196.
Kellogg-Säule 79.
Kentucky-Viaduct 27, 32, 98, 125, 146—151.
Keokuk, Brücke zu, 180, 196.
Kettenbrücken 161, 168—171.
Keystone Bridge Co. 8, 9, 20, 22, 23, 25, 44, 54, 67, 70, 71, 74, 75, 78, 79, 80, 86, 93, 95, 115, 121, 125, 128, 134, 142, 152, 156, 159, 174, 179, 180, 196, 202, 252, Tabelle II.
Keystone-Säule 75, 76, Tabelle II.
King post 114.
Kinnikinnick River-Brücke 11.
Kirkaldy 103.
Knights-Brücke Tabelle V.
Knob Lick Creek 119.
Köpke 171, 172.
Köstlin 73.
Kriegsbrücken 197.

Lackawaxen, Aquäduct bei, 35.
Lackawaxen River-Brücke 97, 98, 99, 136, Tabelle V.
Landowne-Brücken 52, 53, 54, 55.
La crosse bridge 196, 205.
Lanesbore-Brücke 132.
La Salle-Brücke Tabelle IV.
Latrobe, C. H. 143.
Latticed strut 78.
Leavenworth-Brücke 133, 144, 209, 210.
Lemons & George Hill, Aussichtsthürme 145.
Lenoxville-Brücke Tabelle IV.
Lewis-Brücke Tabelle V.
Lewiston-Brücke Tabelle IV.
Lexington, Brücke zu, 119.
Linnet street-Brücke 134.
Linville 121, 129, 132, 133, 173, 174, 175, 180, 186.
Linville's System 129, 132, 159, 173, 174, 175, 180, 186.
Little Androscoggin-Brücke Tabelle IV.
Little red River-Brücke 197.
Little rock-Brücke 196, 210.
Little Wabash-Brücke Tabelle IV.
Little Walley Creek-Brücke Tabelle V.
Locomotivgewichte 19.
London-Brücke 128.
Long 41.
Longridge 103.
Louisiana, Mississippi-Brücke bei, 196.
Louisville Bridge & Iron Co. 8, 78, 79, 92, 134, 136, 142, 159, 161, Tabelle II.
Louisville-Fluss, Brücke über den, 197.
Lovett, Th. 8, 27, 108.
Lyon Brook-Viaduct 142.

Macadamisirung 120.
Macdonald, Ch. 8, 97, 136, 151, 158, 178.
Madison-Pfahlbrücke 59.
Mahwah River-Brücke Tabelle V.
Malecieux 46.
Morgan, Josef 202.
Market street-Brücke 43, 117.
Martin, C. C. 166.
Mast Hope-Brücke Tabelle V.
Medora-Brücke 3, 108, Tabelle IV.
Middletown, Brücke zu, 180, 197.
Miramachi-Brücke 112, Tabelle IV.
Mississippi - Eisenbahnbrücke oberhalb St. Louis 2.
Missouri-Brücke bei St. Charles 136, 160.
Missouri-Brücke bei Quincy 172, 174, 175.
Mohr 29, 30.
Monongahela-Brücke 23, 133, 169, 205, 206.
Montirung 2, 3, 147, 153—156.
Morrisville-Eisenbahnbrücke 9, 134.
Murphy's System 41.

Netzwerk 134—136.
Newark, Brücke zu, 197.
New Orleans M. & Ch. R. R., Drehbrücke der, 197.
New Orleans & Mobile Railway, Brücke der, Tabelle IV.
New River-Brücke Tabelle IV.
New-York Quai-Brücke 36.
Niagara-Brücke zu Lewiston 164, 167, Tab. IV.
Norwich Talls-Brücke Tabelle IV.

Ohio Seil-Brücke 163.
Ohio-Brücke bei Cincinnati 25, 96, 120, 122.
Ohio-Brücke bei Louisville 25, 70, 120, 136, 160.
Oil City-Brücke 45.
Omaha-Brücke 24, 47, 133, 210, 217, 222.
Ordish's System 9, 168.
Ottawa River-Brücke Tabelle IV.

Paine, W. H. 166.
Paine, Col. 219
Passaic River-Brücke Tabelle V.
Paterson, Brücke in, 132.
Parkbrücken 137, 159.

Passaic Rolling Mills Co. 80.
Pecaconica River-Brücke 11.
Pennsylvania Railroad, Brücken der, 17, 134.
Peoria-Brücke 52.
Pettit 56, 121, 133.
Pettit'sches System 133.
Pfahlbrücken 59.
Pfeiffer 159.
Pfeiler 207—226.
Philadelphia, Bogenbrücke zu, 157.
Philadelphia, Drehbrücke zu, 180.
Philadelphia, Brücke über die 41. Strasse, 134.
Phönix-Säule (Colume) 73, 74, 113, 145, 180, Tabelle I.
Phönixville Bridge Co. 8, 18, 67, 70, 73, 88, 113, 118, 121, 128, 145, 178, 181, 182, 186, 197, 201, 224, 225.
Piper 75, 77, 96, 179.
Piper & Schiffler 202.
Pittsburgh-Aquäduct 167.
Pivotbrücken 171—197.
Point Bridge 205.
Polonceau-Dachstuhl 250, 252.
Ponny-Träger 117, 118.
Pontzen, E. 56, 109, 145, 180.
Point Bridge 169—171.
Post's System 41, 49, 53, 132.
Potomac-Brücke 161.
Potomac-Aquäduct 36.
Portage-Viaduct 3, 59.
Poughkeepsie-Brücke 1, 122, 144, 210, 219, 220.
Pratt 41, 116, 117, 123, 132, 173, 194.
Pratt's System 41, 117, 132, 173, 194.
Pressel 40.
Profil des lichten Raumes 120.
Pruth-Brücke der Lemberg-Czernowitzer Bahn 66.
Puckerty run-Brücke 115.

Queen post 115.
Quincy, Mississippi-Brücke bei, 161, 196.
Querverband 53, 120, 122, 131, 146, 187.

Ramapo River-Brücke Tabelle V.
Rankine 80, 81, 82, 97, 140.
Raritan Bay-Drehbrücke 1, 174—179, 196.
Red River-Brücke 52.
Rehberg, Wilh. 26.
Rhein-Brücken 170.
Remie 30.
Ristigouche-Brücke Tabelle IV.
Rives 36.
Road Big Flats-Brücke Tabelle V.
Road Binghampton-Brücke Tabelle V.
Road Paterson-Brücke Tabelle V.
Röbling jun. 72, 166, 167, 168.
Röbling senior 146, 168.
Röbling's Sons Co. 161, Tabelle III.
Rock-Island, Mississippi-Brücke bei, 196.
Röhrenpfeiler 221—224.
Rosendale-Viaduct 132, 145.
Ross Creek-Brücke Tabelle V.
Rutherford Park-Brücke Tabelle V.
Rust, A. H. 204, 205.
Rziha 214, 224.

Sace-Brücke 3.
Salisburg Creek-Brücke Tabelle V.
Salt River-Brücke 196.
Sandausbläser 217.
Sandpumpen 210, 214.
San Paul & Rio Janeiro in Brasilien, Brücke zu, Tabelle IV.
Saw Mill Run-Brücke 44.
Scottville-Brücke Tabelle IV.
See-Brücke 59.
Sellers William 83, 202.
Seilbrücken 71, 161—168.
Seneca-Brücke 35.
Sicherheitsschwellen 119.
Sing Sing-Aquäduct 35.
Smith, Latrobe & Co. 8.
Smith Graham 62.
Snyder, A. 35.
South Street-Brücke 197.
Southwark-Brücke 128.
Squires-Brücke Tabelle V.
Submission der Bauten 7.
Sulzbacher, Hymen, Wolf & Co. Tabelle III.
Susquehanna River-Brücke 42, Tabelle IV, Tabelle V.
Schiffkorn'sches System 117.
Schmiedeisen 68.
Schön 222.
Schraubenpfeiler 144, 224—226.
Schwedler 162, 168.
Shaler Smith 30, 86, 125, 135, 136, 143, 147, 159.
Springfield-Brücke 42.
Stahl 71.
Stahldraht 165, Tabelle III.
Steinbrücken 33—38.
Steinpfeiler 4.
Steinwürfelbelag 120.
Stepney-Brücke 107.
Sternberg 26.
Stevens-Brücke Tabelle V.
St. Josef, Missouri-Brücke bei, 214.
St. Louis und Illinois-Brücke 2, 20, 25, 36, 71, 72, 73, 144, 152—157, 158, 179, 212—215.
Stone, A. B. 203.
Strobel, C. L. 150.
Strassen-Brücken 7, 9, 10, 22, 23, 27, 36, 55, 130, 137, 173, 174, 194, 195.
Strassen-Brücke über die 40. Strasse zu Philadelphia 9.

Taunton River-Brücke 197, 210, 222.
Tay-Brücke 226.
Tennessee River-Brücke 24, 197.
Thamesville-Brücke, Tabelle IV.
Thomas-Brücke, Tabelle V.
Ticonic-Brücke, Tabelle IV.
Towanda Creek-Brücke, Tabelle V.
Town 41.
Town's System 40.
Trautwine, B. J. 26.
Trenton-Brücke 9, 42.
Trestle works, hölzerne, 56—60.
Trestle works, eiserne, 10, 115, 136, 137—144, 238.
Triangular-System 9, 132—136, 160.
Trinity-Brücke 197.
Trinity River-Brücke 196.
Truesdell-Brücke 11.
Try street in Pittsburgh, Brücke über die, 115.

Union Iron Mills 70.
Union Iron Works 70, 79.

Varugas Viaduct 145.
Viaducte, eiserne, 78, 137, 145—150.
Victoria-Brücke 31.
Vilsofen, Donau-Brücke bei, 147.

Waggonsgewichte 20.
Wallkill Canal-Brücke Tabelle V.
Walton, Brücke zu, 119.
Washburne & Moen Tabelle III.
Washingtonville-Brücke Tabelle V.
Wasserleitungen 315.
Waterloo-Brücke 128.
Waterville-Brücke 67.
Watson Manufacturing Co. 8, 49, 56, 67, 88, 92, 118, 132, 145.
Wellsburgh Creek-Brücke, Tabelle V.
Wencelides 84, 203.
Westminster-Brücke 128.
West-Paterson-Brücke 132.
Wernwag 42.
Weyrauch, Dr. J., 101.
Whipple, S. 26.
Whipple 41, 116, 195.
Whipple's System 40, 195.
White River-Brücke 197.
William Sellers & Co. 202.
Williamsport und Elmira Railroad-Brücke Nr. 2 44.
Wilson, J. M. 9, 56, 134.
Wilson Crossing-Brücke Tabelle V.
Winddruck 24, 138.
Windsor-Brücke Tabelle V.
Windstreben 24, 25, 117, 118, 120, 131, 187.
Winkler, Emil 24, 32, 92, 157.
Winona-Brücke 196.
Wisconsin-Brücke 205.

Entwurfes von der American Bridge Co.

Eisenbahnbrücke über den Hudson bei Poughkeepsie, New-York.

Entworfen von der American Bridge Co.

5 Stromöffnungen à 160 Meter Länge.

In Bauausführung (1877) durch die American Bridge Co.

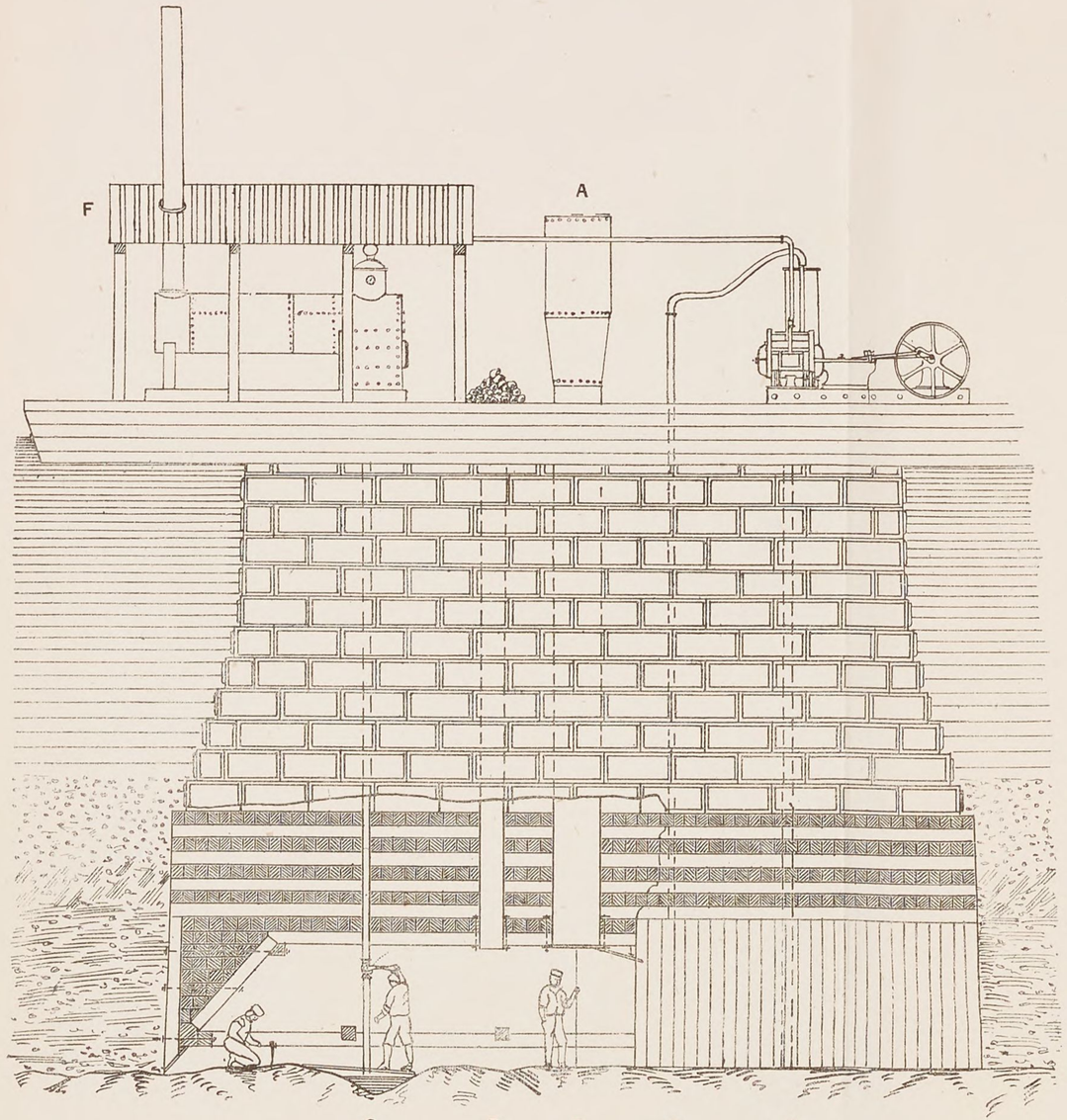
Hängebrücke über die Pennsylvania Railroad in Philadelphia (40. Strasse).

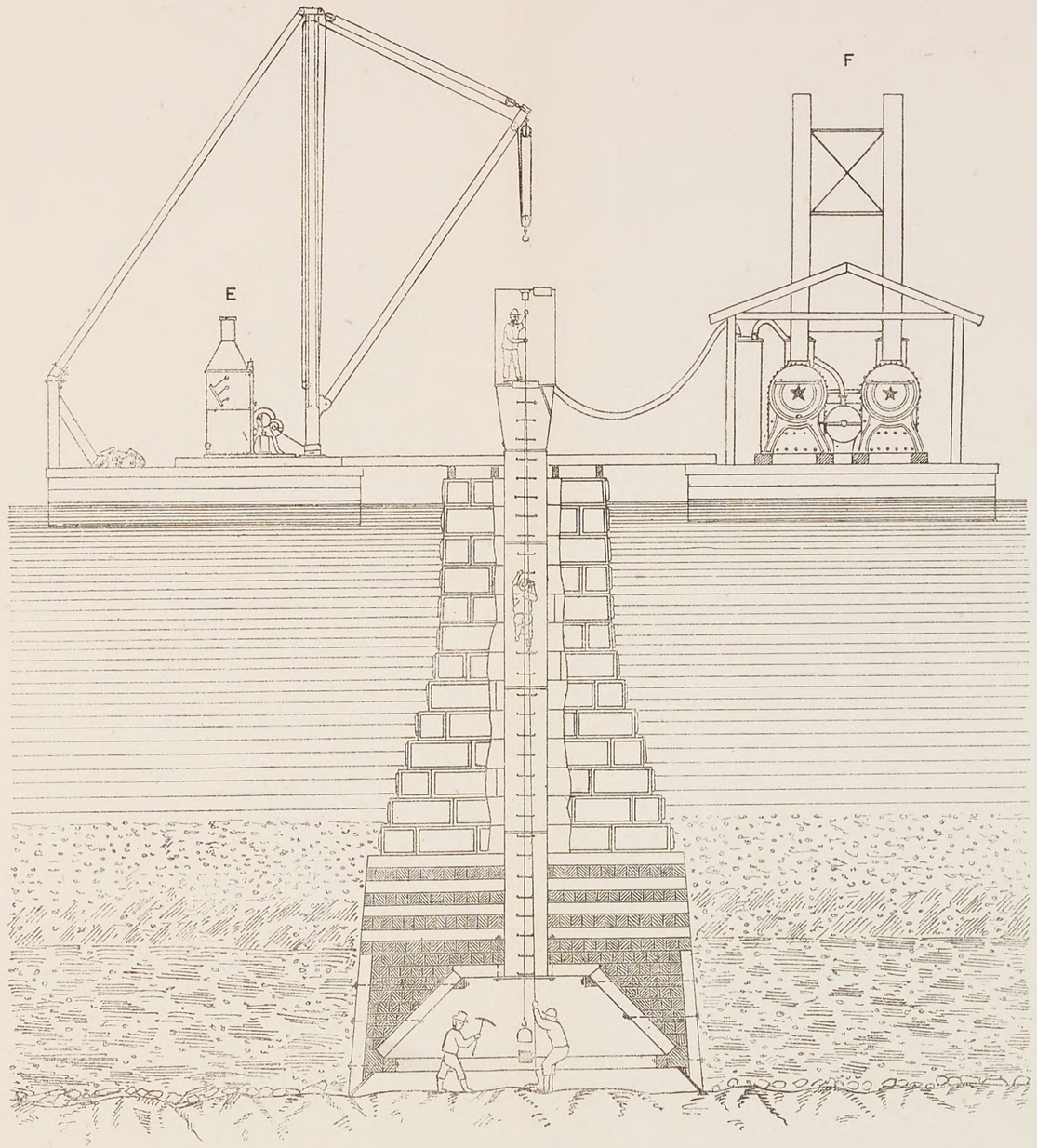
Entworfen von J. Wilson.

Erbaut durch die Pennsylvania Railroad.

Typus der Fundirungsmethode für Steinpfeiler der American Bridge Comp.

angewendet bei der Boonville and Kansas City (Mo) Brücke, sowie bei der Atchison- und Keokuk-Brücke II.

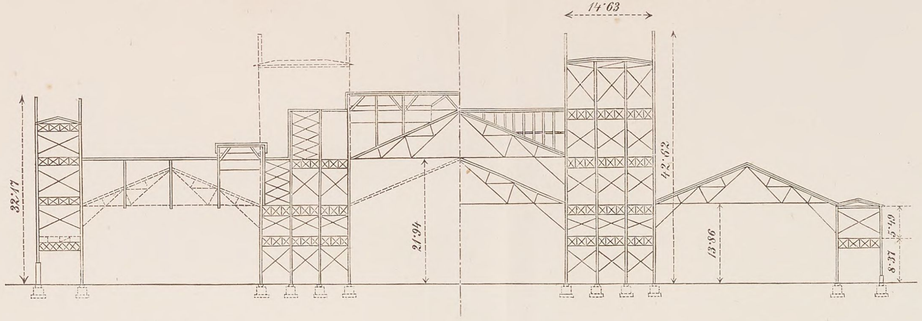




A Hauptschacht mit Einsteigschleusse, **B** Förderschacht, **C** Sandpumpe, **D** Luftleitung, **E** Luftreservoir, **F** Maschinenhaus. Massstab circa 1:160 nat. Grösse.

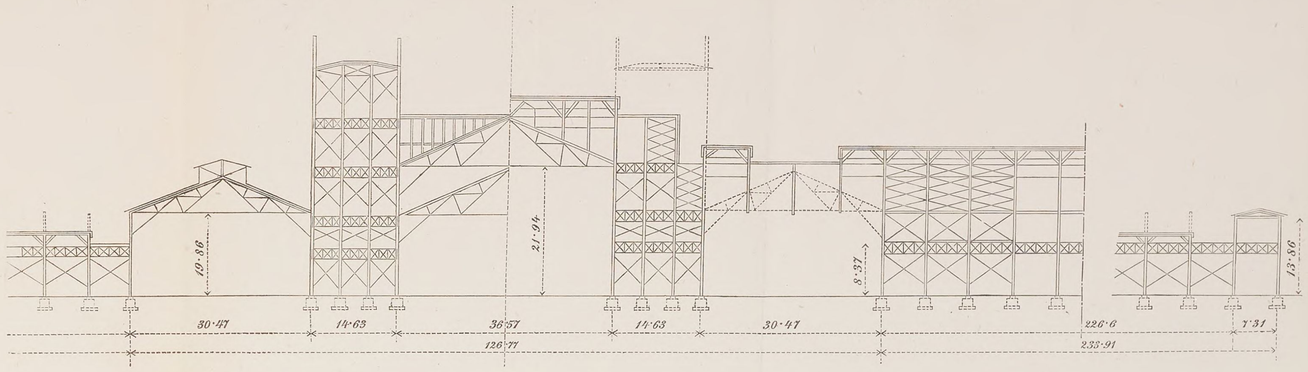
Plan des Haupt-Ausstellungsgebäudes (Main Building) in Philadelphia.

Querschnitt durch die Mitte.



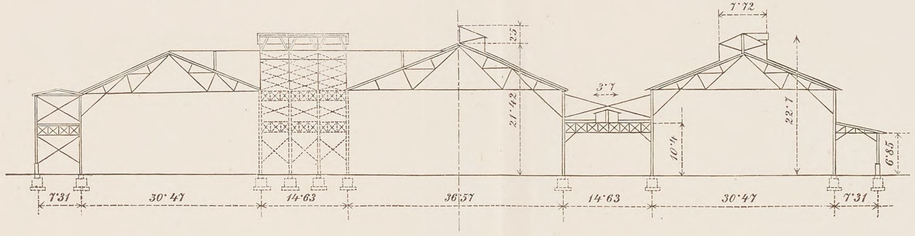
Querschnitt in 34 und 42.

Längsschnitt *G V.*



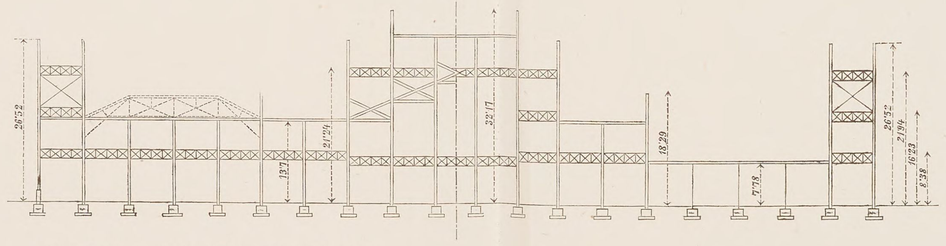
Längsschnitt *W X.*

Querschnitt 32 und 45.



Querschnitt von 4—29.

Querschnitt 2.

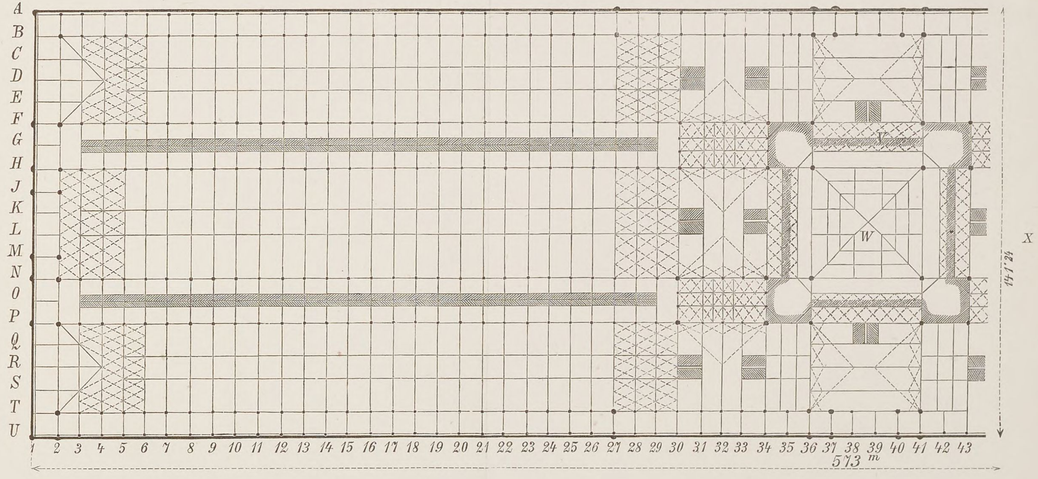


Querschnitt 1.

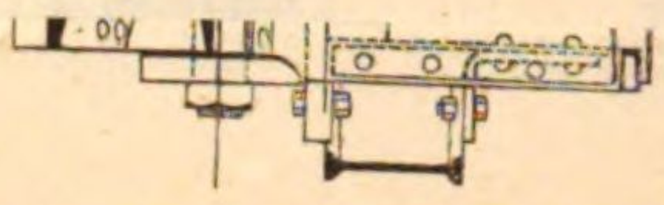
Massstab der Schnitte 1:800.

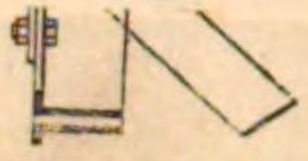
Massstab des Grundrisses 1:1600.

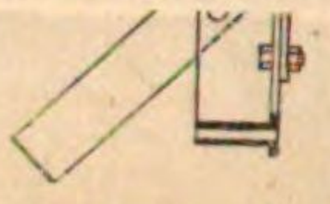
Grundriss (von *W* nach rechts symmetrisch zur linken Hälfte).



Entworfen von H. Petit und J. Wilson.







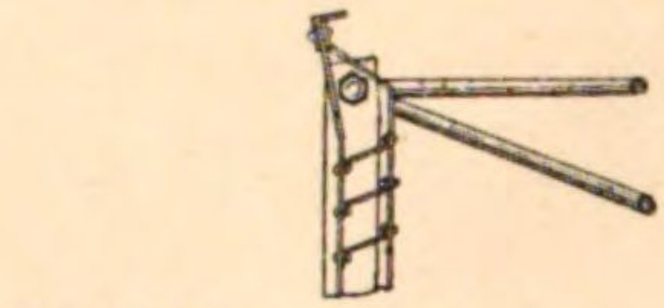
En

Dachstuhl-Construction

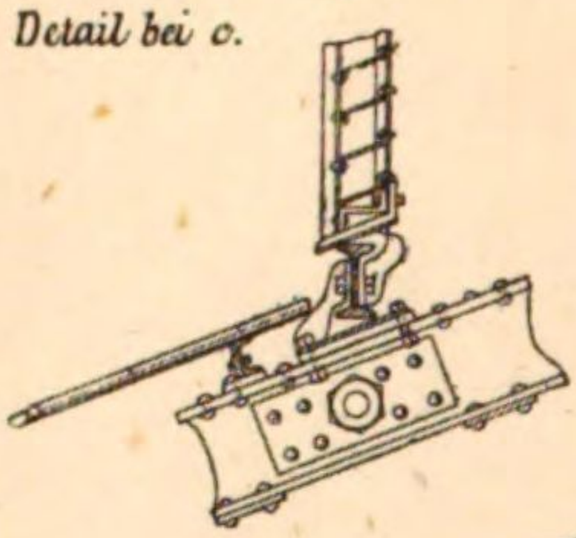
Hienach erbau

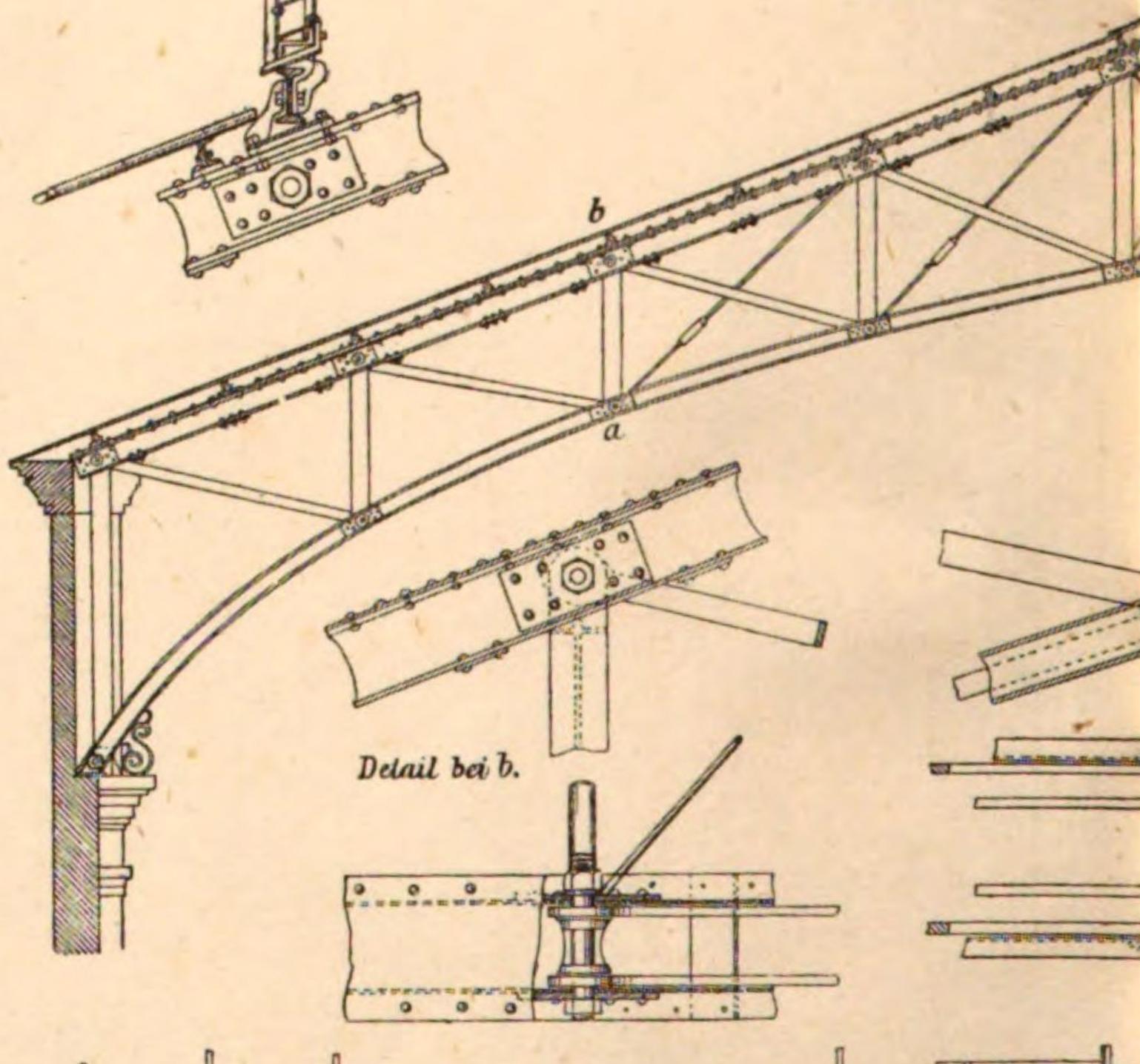
Depot der C RI & PRR Chicag

Depot der U.P.RR Omaha (3

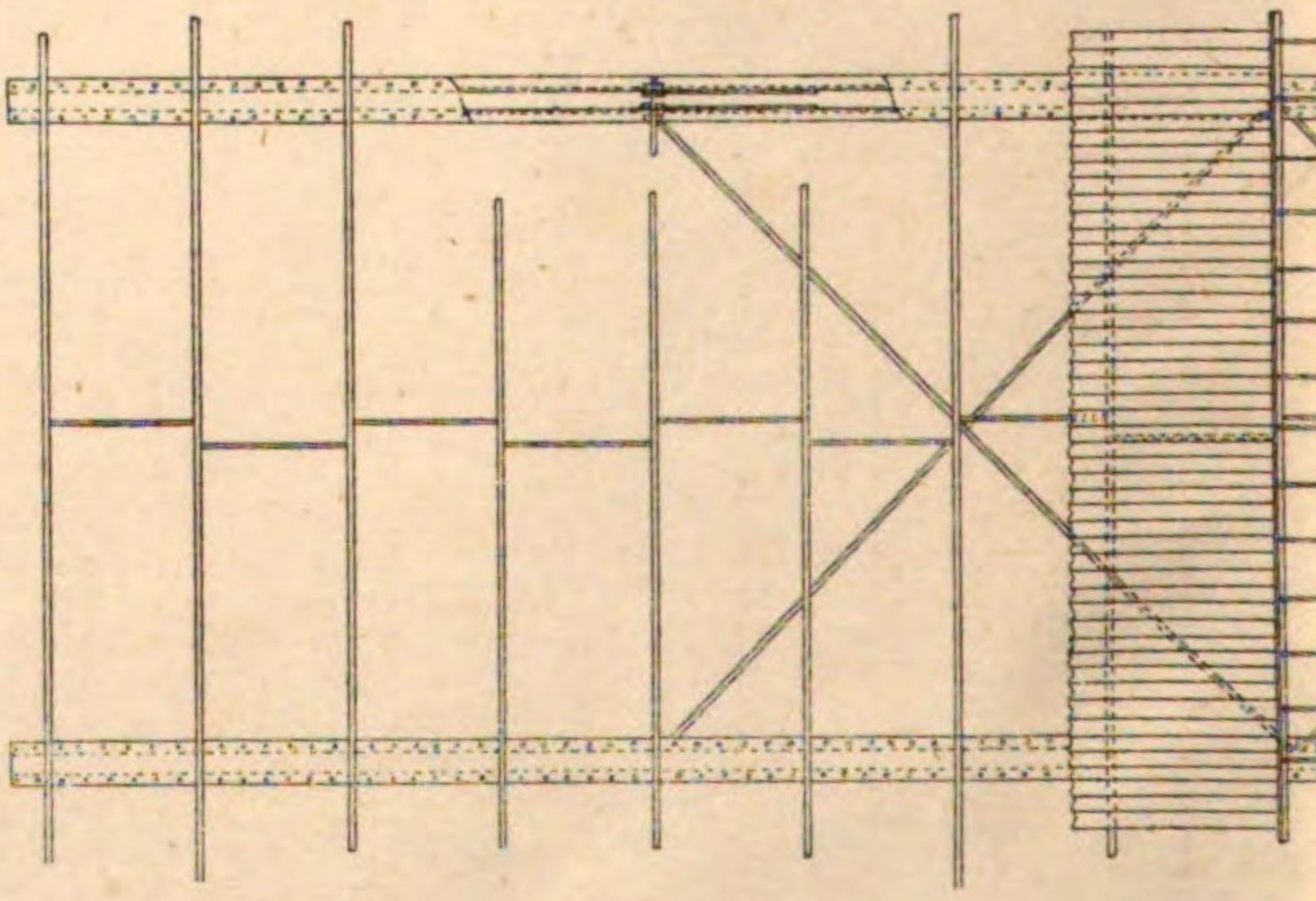


Detail bei c.



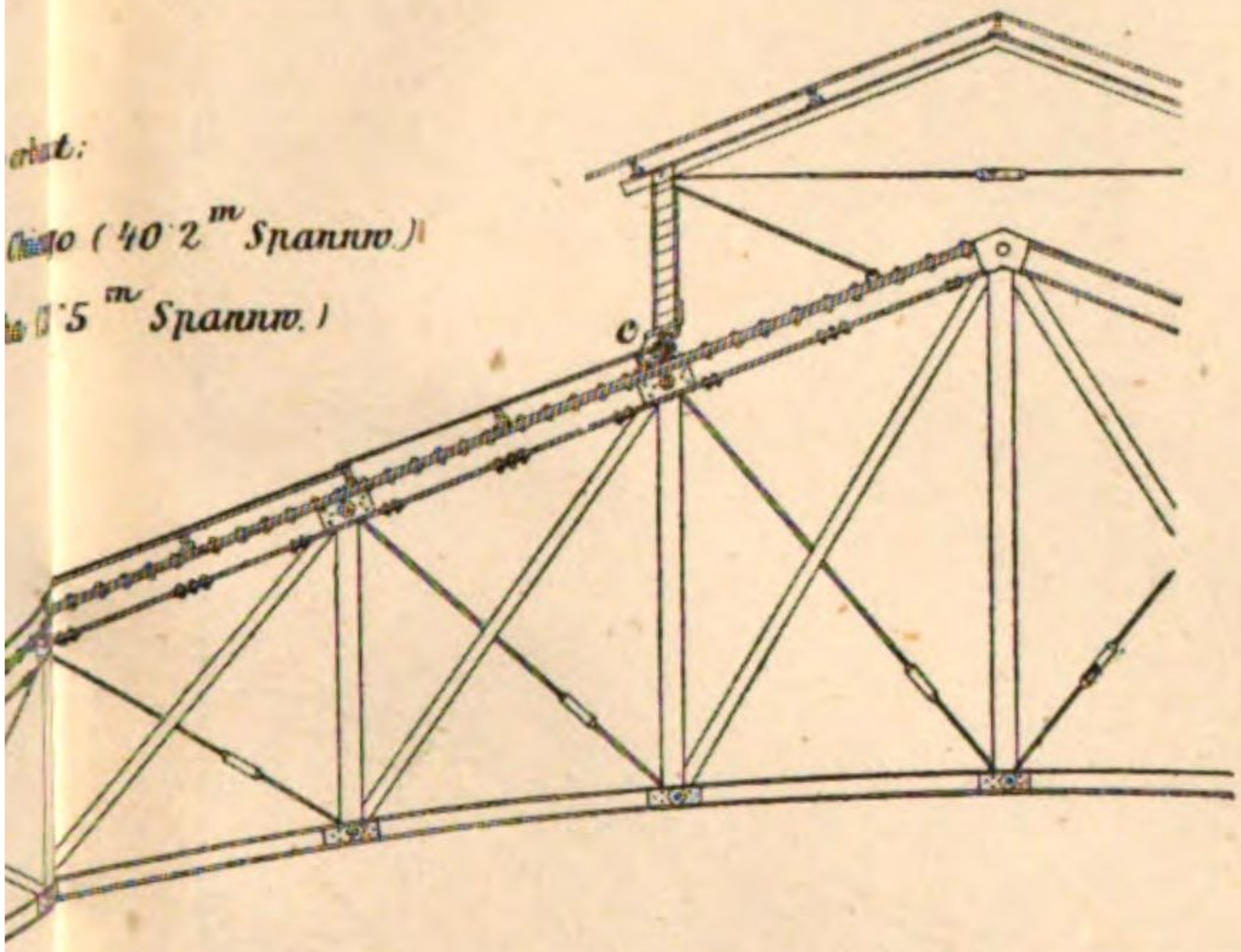


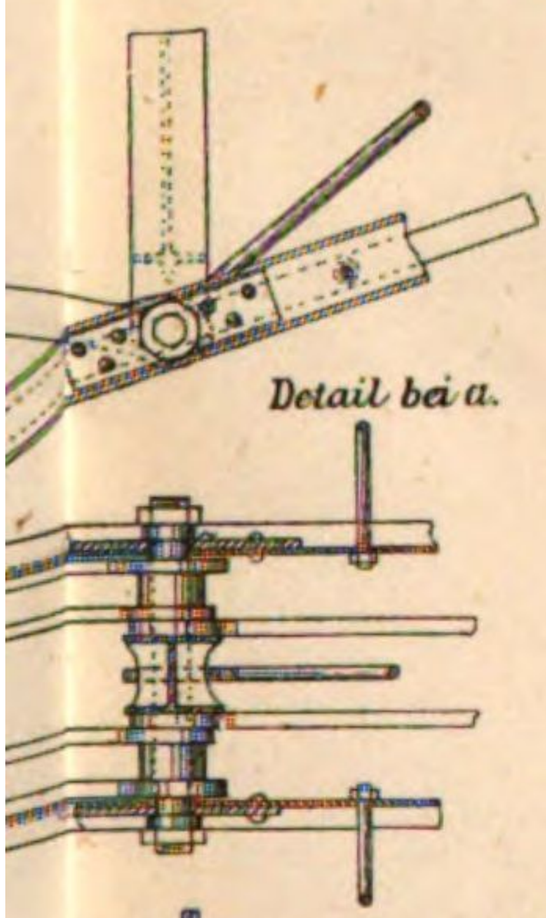
Detail bei b.

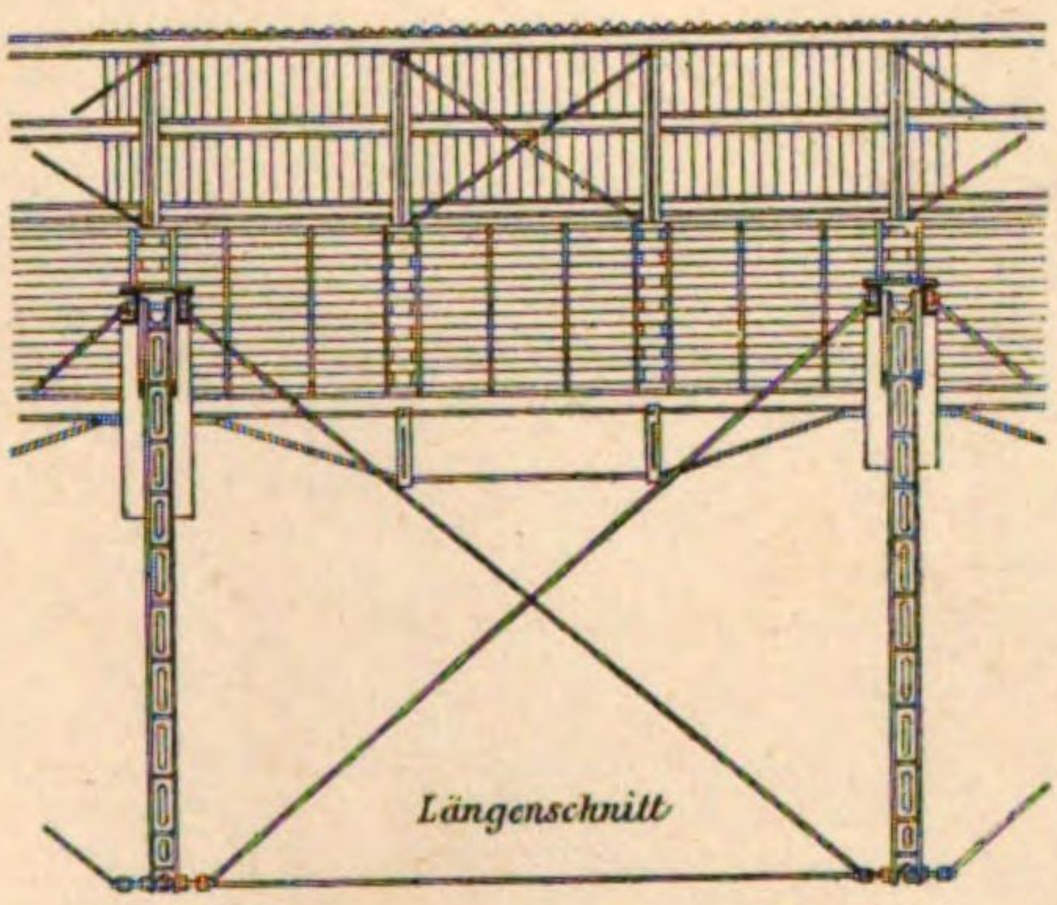


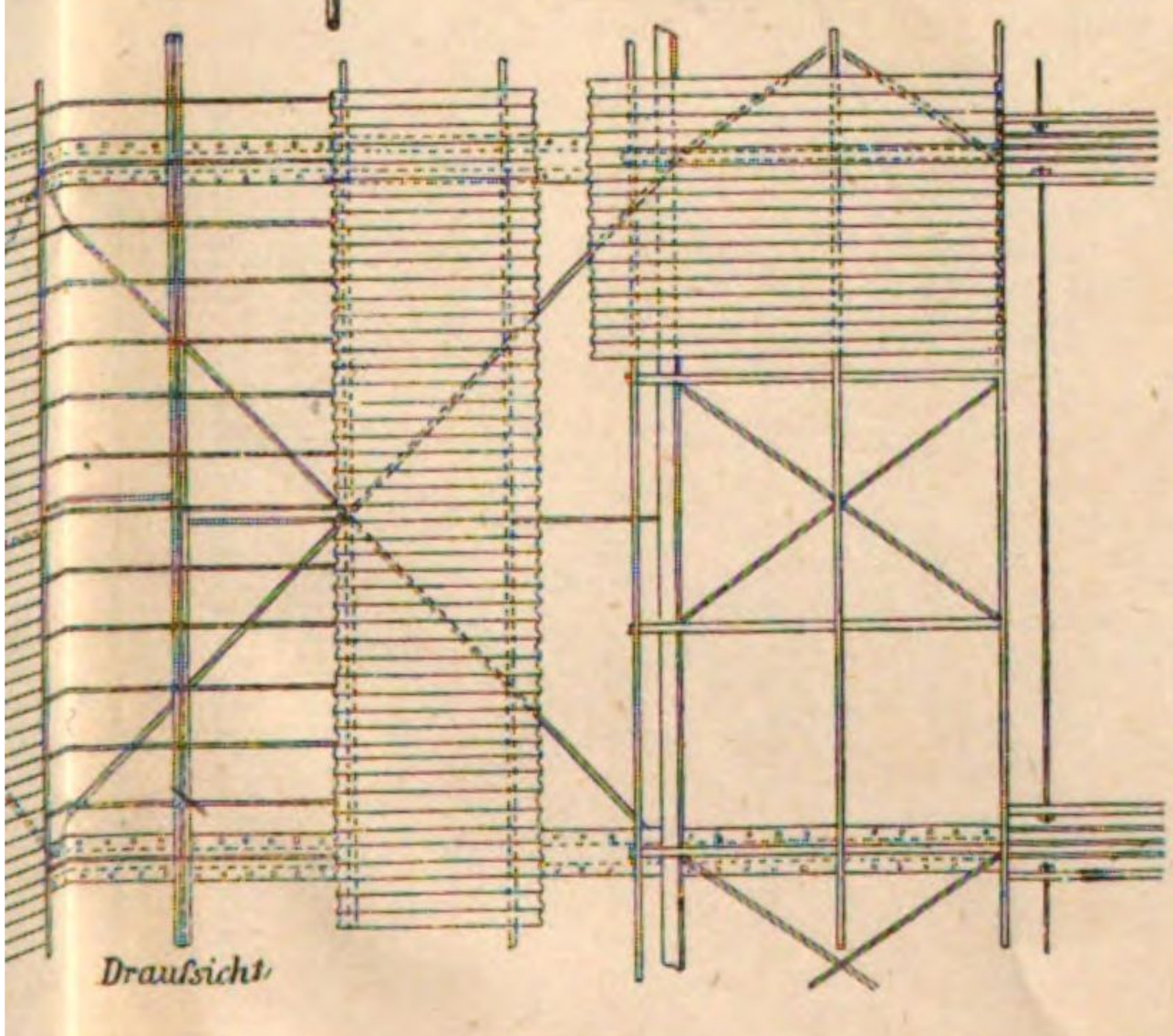
Entworfen von E. Hemberl.

nder American Bridge Co.

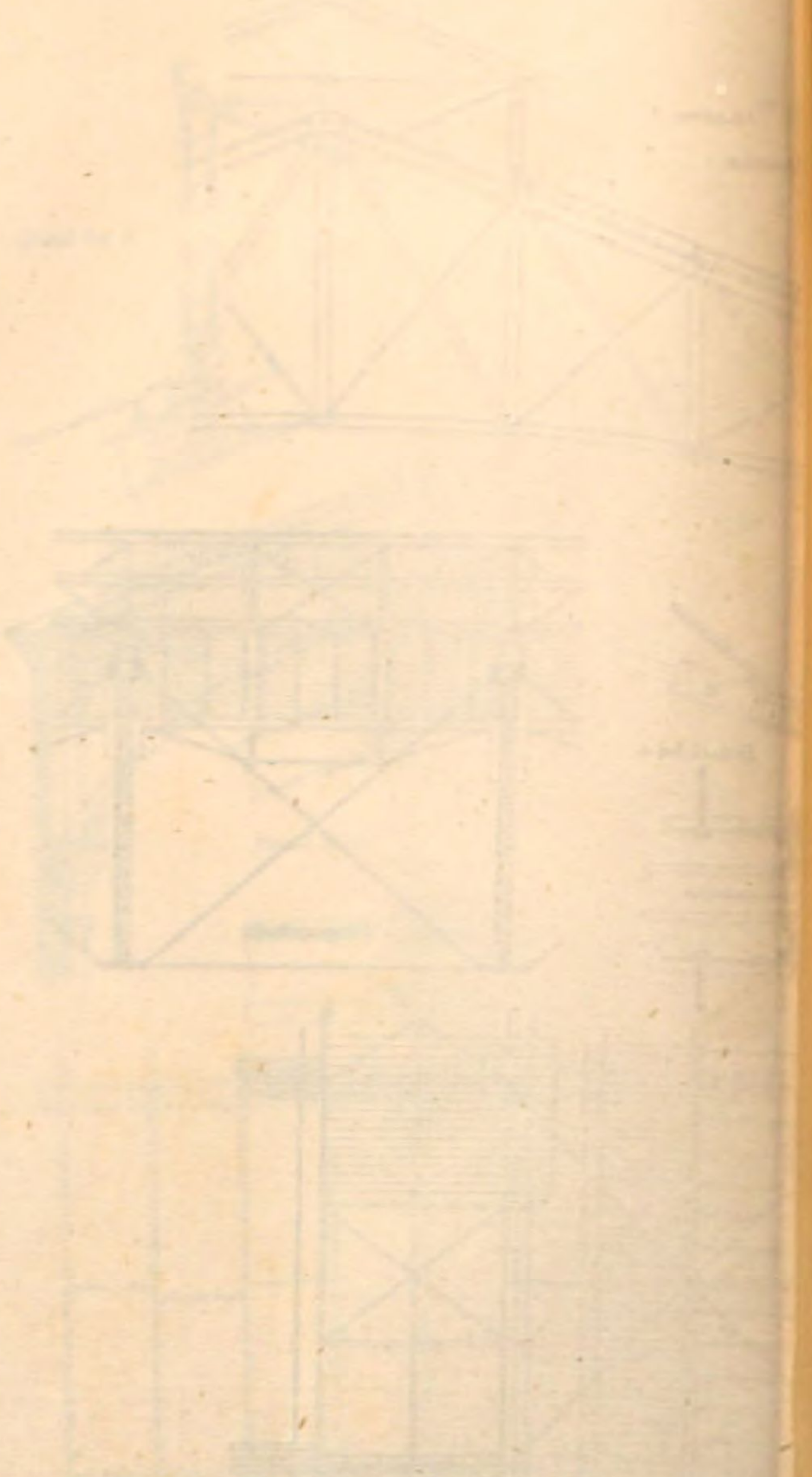








Ausgeführt von der American Bridge Co.



WIEN.

K. K. HOFBUCHDRUCKEREI CARL FROMME.

1878.

Kr

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Steiner, Friedrich

Ueber Brückenbauten in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika mit einem Anhange über eiserne Dachstuhl-Constructionen

Wien 1878

Techn. 1400-19/22
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11362205-5